R

3349.

<36604798250017

<36604798250017

Bayer. Staatsbibliothek

J. W. Ritter.

Phys. spec. 582

R

Des

Herrn Grafen von Saluce,

Mitglieds der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Turin,

Betrachtungen

über

die flüssige elastische Materie,

welche

aus dem Schießpulver

erzeugt wird.

Aus den Schriften dieser Akademie übersetzt.

Berlin,

in der Haude und Spenerschen Buchhandlung.

1769.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede des Uebersetzers.

Es sind in den physikalischen Wissenschaften noch verschiedene Theile, die durch eine Reihe von Erfahrungen erst weiter aufgekläret werden müssen, ehe sie den Grad der Deutlichkeit und Zuverlässigkeit erhalten, welcher dabey nothwendig ist, wenn sie mit einigem Erfolge zum Nutzen der menschlichen Gesellschaft angewandt werden sollen. Dahin gehöret besonders die Artillerie und die verschiedene Abtheilungen derselben. Ihre Vollkommenheit beruhet aber auf eine genaue Kenntniß des Pulvers, und dahero sind die Bemühungen der Naturforscher, um die Natur und Eigenschaften dieser so merkwürdigen Materie zu entwickeln, aller Aufmerksamkeit würdig. Der Herr Verfasser dieses Werks scheinet sehr glücklich in seinen Untersuchungen gewesen zu seyn, und seine Versuche, durch die Er

das Wesen der flüssigen Materie bestimmt, welche aus dem Pulver erzeugt wird, sind so entscheidend, daß sie keinen Zweifel mehr in Ansehung derselben übrig lassen. Dieses Werk stehet besonders in einer genauen Verbindung mit demjenigen, welches uns der Herr d'Antoni von der Artillerie geliefert, und eins kläret das andre nicht allein auf, sondern bestätigt auch dasselbe. Dieses ist auch der Bewegungsgrund meiner Uebersetzung gewesen. Ich wünsche, daß sie meinen Landsleuten angenehm seyn mag, und ich zweifle auch nicht, daß ein Werk, welches uns die scharfsinnigste Betrachtungen und gründlichste Versuche über einer Materie liefert, die so vielen Schwierigkeiten unterworfen ist, von allen denen sehr wohl aufgenommen werden wird, die nicht blos die Oberfläche einer Wissenschaft kennen, sondern alles, wenn es möglich ist, bis auf die erste Grundsätze deutlich einsehen wollen.

Erſte Abhandlung.

§. 1.

Die Meinungen derer, welche von dem Schießpulver geſchrieben, ſind ſo getheilet, die Gründe, wodurch ſie dieſelben unterſtützen, ſind ſo ſinnreich, und ſcheinen ſo deutliche Kennzeichen der Wahrheit an ſich zu haben, daß man in dem erſten Augenblick ungewiß bleibet, welcher man vor den übrigen den Vorzug geben ſoll. Der Plan den ich mir in einer Materie zu folgen vorgeſetzt habe, die ſo vielen Schwierig-

keiten unterworfen, und noch so wenig aufgeklä- ret ist, bestehet darin. Ich werde nach und nach suchen einige entscheidende Versuche und Erfahrungen anzustellen, und dabey so ordent- lich als möglich verfahren; Von allen diesen werde ich eine ganz genaue Beschreibung bey- fügen, nachdem ich vorher die Meinungen ver- schiedener grosser Männer ganz kürzlich vorge- tragen habe; Aus dem, was sich in diesen Ver- suchen zeigen wird, werde ich suchen alle die Folgerungen herzuleiten, welche von der völli- gen Erkenntniß der Natur der flüssigen Materie, und einer sorgfältigen Beobachtung der Erschei- nungen abhängen, und durch diese genaue Ver- bindung solcher Dinge, die wirklich geschehen, und die ich aufs deutlichste vor Augen lege, hoffe ich alle die Zweifel aufzulösen, durch wel- che die Naturforscher noch von einander ge- theilt sind. Ich werde mich aber in keine Un- tersuchungen einlassen, die das Praktische betref- fen. Die Wichtigkeit des Gegenstandes, und die Schwierigkeiten, welche damit verbunden sind, haben bereits verschiedene grosse Männer

aufgemuntert, ihre Talente in dieser Absicht zu entwickeln. Man ist im Stande gewesen, die Würkungen dieser flüssigen Materie durch den Calcul zu bestimmen, ohne die Natur derselben genau zu kennen, und man hat aus dieser Theorie alle die Vortheile und Hülfsmittel gezogen, deren man in der Ausübung nöthig hatte. Es ist ein Glück vor dem Menschen, daß die blosse Kenntniß der Wirkungen natürlicher Dinge ihn in Stande setzet, dieselben auf eine glückliche Art auf Dinge anzuwenden, welche der menschlichen Gesellschaft sehr nützlich sind, ohne daß er nöthig hat vorher von den Ursachen versichert zu seyn, welche dieselben hervorbringen.

§. 2. Was nun die Ursach anbelanget, der die Kraft und Würkungen des Schießpulvers zuzuschreiben sind, so lassen sich die Meinungen darüber auf zwey reduciren. Der Ritter Isaac Neuton ist der Urheber der erstern (a) und hält

(a) Pulvis tormentarius, quum ignem concipit, abit in fumum Flammantem, Carbo nimirum, & sulphur ignem concipiunt facillime nitrumque accendunt; nitrique spiritus inde in vaporem ra-

davor, daß die plötzliche und heftige Verdünnung der Materie, welche sich entzündet, und bis zu einem hohen Grade erhitzet wird, verursacht, daß sich dieselbe in Dünste auflöset, die ihre heftige Würkung dadurch äussern, daß sie mit einer ganz ausnehmenden Gewalt, alles dasjenige aus dem Wege zu treiben suchen, was ihnen wiedersteht; denn, sagt er, die Kohlen und der Schwefel, welche sich sehr leicht entzünden, bringen den Salpeter in Brand, und dadurch verwandelt sich der spiritus Nitri in einen Rauch und detonnirt mit der größten Gewalt. Die Dämpfe, welche aus dem volatili des

rarefactus proruit cum explosione; similiter ac aquæ vapor ex aeolipila. Sulphur quoque, ut est volatile, convertit se itidem in vaporem; id quod explosionem illam adauget .... Explosio itaque pulveris tormentarii oritur ex celeri ac violenta actione, qua tota permixtio subito & vehementer calefacta, rarefit utique, vel convertit se in fumum sive vaporem: qui denique vapor actionis istius violentia eodem tempore candefactus, flammæque nimirum speciem exhibet. Quæst. X. post. opt. pag. 139. 140.

Schwefels zu gleicher Zeit erzeugt werden, tragen auch nicht wenig dazu bey, diese Gewalt zu vermehren. Wolf und verschiedene andre Schriftsteller sind eben der Meinung (b).

§. 3. Die andre Meinung bestehet darinnen, daß, sobald sich das Pulver entzündet, sich daraus eine flüssige Materie entwickelt, deren Elasticität vorher fixirt war, und welche die Gestalt eines soliden Körpers angenommen hatte.

§. 4. Ohngeachtet nun verschiedene Schriftsteller vom ersten Range dieser Meinung zu gethan sind, als die Herrn Boyle (c), Papin (d), Joh. Bernouilli (e), de la Hire (f), Belidor u. s. w. so stimmen sie doch noch nicht völlig in Ansehung der Natur dieser flüssigen Materie, und der Art wie dieselbe ihre Würkungen äussert,

(b) Muschembroeck. Phys. tom. I. pag. 432.
(c) Op. var. pag. 36.
(d) Trans. phil.
(e) Op. om. tom. I. Diss. de efferv. & ferm. pag. 34.
(f) Diss. de l'un. 1702.

überein. Einige als Herr Halles (g) schlossen aus der Aehnlichkeit, welche sich zwischen dieser flüssigen Materie und der andern fand, welche sie durch die Destillation und andern Operationen aus festen Körpern hervorbrachten, daß dieselbe würkliche Luft sey. Indessen versäumten sie es, diese Materie auf eine genaue Art zu analysiren, welches doch die Wichtigkeit des Gegenstandes, und die Schwierigkeiten, welche damit verbunden sind, zu erfordern, scheinet.

§. 5. Herr Muschembroeck (h), dessen Geschicklichkeit in Versuchen durchgängig erkannt wird, ziehet in Zweifel, daß die flüssige elastische Materie der Körper eine wirkliche Luft sey, und macht verschiedene Einwürfe gegen die Meinung des Herrn Halles: Zu gleicher Zeit giebt er sich viel Mühe aus verschiedenen Gründen zu beweisen, daß sie in der That keine wirkliche Luft ist.

(g) Stat. des. veg. nach des Hrn. Buffon Uebers. pag. 164. &c. & 369.

(h) Coll. Acad. tom. I. add. 38.

§. 6. Das Ansehen der grossen Männer, welche ich eben angeführt habe, mußte nothwendig meine Ungewißheit in Ansehung der Natur dieser flüssigen Materie vermehren. Ich nahm also meine Zuflucht zu der Erfahrung, wie ich es mir anfänglich vorgesetzt hatte, als das einzige Mittel die Wahrheit ans Licht zu bringen, und alle Streitigkeiten zu entscheiden.

§. 7. Durch Hülfe derselben beweise ich also erstlich, daß die erste Meinung ungegründet ist; Ich nehme hernach eine ganz genaue Untersuchung der flüssigen Materie selbst vor, und folge in diesem Stücke meistentheils der Methode, deren sich Herr Halles (i) bedienet, um andre dergleichen flüssige Materien zu untersuchen; ich beantworte endlich die Einwürfe des Herrn Muschembroecks durch Gründe, welche mir die Erfahrung an die Hand gegeben.

§. 8. Indem ich auf diese Art verfahre, so schmeichle ich mir, daß ich die physikalische Theorie des Schießpulvers noch mehr aufklären werde. Zu gleicher Zeit löse ich beyläufig, auf

(i) Stat. des. veg. pag. 166.

eine ganz natürliche und simple Art, verschiedene andre Fragen auf, nemlich von der Art wie das Pulver sich im Luft leeren Raume entzündet, und was daraus vor Würkungen entstehen.

§. 9. Jedermann weiß, daß die wäßrichtigten Dämpfe so bald sie kalt werden, ihre Elasticität völlig verlieren, und sich wieder in Wasser verwandeln. Ich werde aber in der Folge Gelegenheit haben zu zeigen, daß die flüssige elastische Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, nur sehr wenig von ihrer Elasticität verlieret (*); und hieraus folgt ganz augenscheinlich, daß sie durch keine wässerichte Dämpfe hervorgebracht werden kann.

(*) Ich sage, daß die flüssige elastische Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, etwas von ihrer Elasticität verlieret, weil ich bey dem Versuchen, die ich darüber angestellt habe, in der That einige Veränderungen in der Höhe des Barometers verspürt habe, es könnte indessen leicht möglich seyn, daß die Atmosphäre vieles dazu beygetragen hätte, und aus diesem Grunde behalte ich es mir vor dieses noch genauer zu beantworten.

§. 10. Die Versuche, welche die Herrn Boyle, Papin, Bernoulli &c. angestellt, und die Menge Luft, welche im Salpeter enthalten ist, (k) und die vorhin angezeigte Gründe liessen den Herrn Halles nicht zweifeln, daß diese flüssige Materie nicht wirklich natürliche Luft seyn sollte. Herr Muschembroeck will diese Meinung durch folgende Gründe bestreiten.

I. Weil diese flüssige Materie zur Respiration nichts taugt.

II. Weil dieselbe das Feuer nicht unterhält.

§. 11. Herr Halles (l) vermuthet, daß die schweflichten Dünste, welche sich mit dieser flüssigen Materie vermischen, diese Würkungen hervorbringen, denn er beweißt, daß dieselben die Luft in sich ziehen und absorbiren, und zur Respiration sehr schädlich sind. Um dieses noch deutlicher zu zeigen, vergleicht er (m) dasjenige, was aus seinen Versuchen erfolget, mit dem was Herr Hauksbée durch die seinigen gefunden.

(k) Stat. des. veg. pag. 159.
(l) ibid. pag. 163.
(m) Stat. des. veg. pag. 197.

Um mich nun davon zu überzeugen, so habe ich versucht die schweflichte Dünste von der flüssigen Materie abzusondern, um hernach die Eigenschaften dieser flüssigen Materie, wenn sie von den schweflichten Dünsten gereinigt, und wenn diese Dünste sich noch mit derselben vermischt befinden, ganz genau mit einander vergleichen zu können. In dieser Absicht habe ich folgende Versuche angestellet.

§. 12. Um mich zu überzeugen, daß diese flüssige Materie den Thieren schädlich ist, machte ich folgenden.

I. Versuch.

Ich nahm eine Wachtel und setzte dieselbe unter einem Recipienten (a), dem ich die Gestalt einer Bouteille hatte geben lassen. Aus dem Halse (b) des Recipienten gieng eine gläserne Röhre, an deren äusserstem Ende (c) eine Flasche befestiget war, in der ich das Pulver schüttete. Die Theile, wo diese verschiedene Stücke mit einander zusammen hingen, verküttete ich so stark als möglich, und pompte hernach durch

zwey Züge einen Theil der Luft aus. Nachdem dieses geschehen, nahm ich ein Licht und setzte es dergestalt, daß die Flamme sich genau unter das Pulver bey (d) ausbreitete, welches ich in der kleinen Flasche geschüttet hatte. Hierauf fuhr ich fort die Luft immer mehr und mehr auszupompen, bis ich sahe, daß sich an dem Thierchen solche Merkmale zeigten, aus denen ich schliessen konnte, daß es bald sterben würde. In eben diesem Augenblicke sollte sich das Pulver entzünden, und da ich denselben durch verschiedene Versuche bestimmt hatte, so fieng das Pulver wirklich Feuer, und so bald die daraus erzeugte flüssige Materie in den Recipienten gedrungen war, so wurde die Wachtel erstickt. Dieser Erfolg beweißt also, daß die flüssige elastische Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt, den Thieren höchstschädlich ist, und ihnen den Tod zuwege bringen kann.

§. 13. Bey dieser Gelegenheit beobachtete ich folgende Erscheinungen.

I. So bald das Pulver anfängt zu schmelzen, so zeigt sich eine ganz langsame und bläulichte Flamme.

II. So bald dasselbe aber völlig in Brand geräth, so verursacht es kein Geräusch, sondern es verwandelt sich blos in einen blaßgrauen Dampf.

§. 14. Als ich diesen Versuch unternehmen wollte, so zeigten sich dabey anfänglich viele Schwierigkeiten, durch die ich genöthiget wurde, denselben verschiedene Male hintereinander zu wiederholen. Ich sahe also nach und nach ein, was man vor Behutsamkeit und Vorsicht anwenden muß, damit der Versuch glücklich von statten gehen kann. Ich will darüber die nöthigste Anmerkungen machen, damit ich denen, die vielleicht Lust haben möchten, diese Versüche aufs neue anzustellen, die Arbeit erleichtere.

I. Die Flasche muß vollkommen trocken seyn. Wenn sie es nicht ist, so zerspringt dieselbe während der Zeit, da das Pulver in Brand geräth. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, so pflege ich dieselbe an ein Feuer zu setzen, das ich nach und nach immer stärker mache. An demselben lasse ich sie eine gute Zeit stehen, und

drehe sie nur öfters um, damit sie nicht der Gefahr zu schmelzen ausgesetzt ist.

II. Das Pulver muß ganz klein wie Staub gestossen werden. Denn da das Feuer sich in einem Luft leerem Raum sehr schwer fortpflanzet, so wird erfordert, daß sich die Körner des Pulvers weit genauer berühren, und dieses erhält man, wenn man sie in verschiedene kleinere Theile verwandelt, und so bald diese auf einem hinlänglichen Grad erhitzet worden, so ergreift sie das Feuer weit leichter alle zusammen.

III. In der freyen Luft entzündet sich das klein gestossene Pulver sehr leicht, und die schwache Detonnation, welche man dabey gewahr wird, scheint zu beweisen, daß dasselbe durch das klein stossen einen grossen Theil seiner Kraft verliert. Dieses bewog mich eine grössere Quantität zu nehmen, und der Erfolg zeigte, daß ich mich in meiner Erwartung nicht betrogen hatte. Man kann noch mehr nehmen, ohne daß man befürchten darf, daß die Gefässe zerspringen werden. Eine ziemliche Quantität ist bey diesem Versuch um desto nützlicher, da eine gute

Quantität der flüssigen Materie erfordert wird, um den Raum wieder auszufüllen, den man so weit leer machen muß, bis das Thier anfängt zu sterben; und dieses geschieht nicht eher, als bis die Luft sehr verdünnt worden.

Sollte wohl bey dem gestossenen Pulver diese Würkung daher rühren, weil die Geschwindigkeit, mit der die Luft ihre Elasticität wieder annimmt, einen sehr geringen Widerstand findet, weil die Theile des Pulvers nicht mehr so stark zusammen hängen, und also dadurch die Kraft vermindert wird?

§. 15. Ich halte diese Art, das Pulver in Brand zu bringen, nemlich daß man das Glas erhitzet, vor die allerbeste und einfachste. Man erhält zu gleicher Zeit den Vortheil, daß die Hitze weit heftiger werden, und eine grössere Quantität auf einmal in Brand setzen kann, weil sich dieselbe über eine grössere Oberfläche ausbreitet.

Dieses erhält man nicht, wenn man sich eines Brennglases oder eines Brennspieges bedienet. Denn durch diese Werkzeuge zündet

man blos diejenige Körner an, auf welche die Strahlen fallen. Denn das Pulver wie ich schon (§. 14. n. II.) beyläufig angemerkt habe, entzündet sich in dem Luft leeren Raum nicht eher, als bis es durch die Gewalt der Wärme so weit gebracht worden, daß es zu schmelzen anfängt. Das Brennglas oder der Brennspiegel bringen aber diese Würkung blos in denjenigen Körnern hervor, auf welche die Strahlen fallen. Wollte man unter dem Teller der Luftpompe ein glühendes Eisen anbringen, so ist dieses eine sehr mühsame Arbeit, und hat zum Theil eben die vorhin angezeigte Unbequemlichkeit, und was das hauptsächlichste ist, so läßt sich dieses nicht bey dergleichen Versuche anbringen, bey denen man einige Genauigkeit und Schärfe beobachten muß.

§. 16. Aus dem was vorhin gezeigt worden, folget also offenbar, daß der Wiederstand der äusserlichen Luft die Ursach ist, warum das Pulver detonnirt, weil in einer sehr verdünnten Luft die Würkungen desselben sich ohne allem knall offenbaren.

Die Luft, welche sich in den Zwischenräumchen des gekörnten Pulvers befindet, dienet ferner dazu, um das Feuer desto leichter fortzupflanzen. Denn wenn man sich eines Brennspiegels oder glühenden Eisens bedienet, so kann man alle das Pulver nicht auf einmahl in Brand bringen; würde nun die Fortpflanzung des Feuers nicht gehindert, so müßten einige wenige Körner, die sich entzündet hätten, im Stande seyn den Ueberrest in Brand zu bringen. Aus diesem Grunde lasse ich eben das Pulver ganz klein stossen, wie ich es (§. 14. n. II.) angezeigt, und als eine Regel vorgeschrieben habe, die man nothwendig beobachten muß.

§. 17. Nachdem ich diesen Versuch angestellet hatte, so schien mir die Meinung des Herrn Halles nicht ohne Grund zu seyn. Um aber allen Streitigkeiten ein Ende zu machen, und um einen desto richtigern Begriff von der Natur dieser flüssigen Materie zu bekommen, so fieng ich an über die Natur eines jeden Individui, welches zu der Erzeugung derselchen etwas beyträgt, einige genauere Betrachtungen anzustellen.

stellen. Da nun der Salpeter ein Alcali fixum und ein acidum volatile enthält; der Schwefel aber aus einem acido, einer öhligten und brennbaren Materie besteht, und endlich die Kohlen eine grosse Quantität phlogistischer Materie enthalten; so kann mir der Gedanke ein, daß diese flüssige Materie vielleicht aus solchen Theilen zusammen gesetzt seyn könnte, welche mit den Bestandtheilen der ursprünglichen Substanzen derselben Homogen sind; und um mich von der Richtigkeit dieser Vermuthung zu überzeugen, so dachte ich auf ein chymisches Mittel diese tödtlichen Dämpfe von derselben abzusondern.

§. 18. Indem ich nun überzeugt zu seyn glaubte, daß diese flüssige Materie eine grosse Quantität grober, salpetrichter, und solcher Theile enthalten müßte, welche eine Victriolsäure an sich haben, (§. 17.) so nahm ich meine Zuflucht zu einer alkalinischen Substanz, welche die letztern wegen der grossen Affinität zurücke halten, und denen andern durch Hülfe der Filtern den Durchgang versagen würde. Um mich nun dieser

halb ausser allen Zweifel zu setzen, unternahm ich folgenden.

II. Versuch.

§. 19. Nachdem ich alle Zubereitungen so gemacht hatte wie bey dem vorigen Versuch, so nahm ich anstatt der Röhre, welche in der Absicht da war, um die Gemeinschaft zwischen den Recipienten und der Flasche zu unterhalten, (Fig. 2.) eine andre, welche aus verschiedenen Stücken (r, r, r, r) zusammen gesetzt war, davon eins in das andre passete. Ein jedes Stück, welches in das andre geschoben wurde, war mit ein doppeltes Filtrum von Gaze versehen, welches gut mit Oehl oder Sal tartari getränkt war. Das Filtrum, welches in dem Recipienten gieng, war entweder dreyfach oder von einem weit dichterem Flor. Ich verküttete hernach die Fugen auf das allersorgfältigste, und verfuhr übrigens wie bey dem ersten Versuch. Die Wachtel gab durch ihre Mattigkeit und Verzuckungen ganz deutlich zu erkennen, daß sie bald sterben würde. Das Barometer stand

ohngefähr 20 Zoll hoch, als sich das Pulver entzündete, und so bald dieses geschehen, so bekam das Thier neue Kräfte, und da es kurz vorher auf dem Bauch ausgestreckt lag und alle Kennzeichen des Sterbens von sich blicken ließ, so sprang es jetzt geschwinde in die Höhe, und gab die deutlichsten Proben von der angenehmen Veränderung von sich, in der dasselbe versetzt wurde. In eben diesen Augenblick fiel das Barometer ohngefähr bis auf 10 Zoll herunter. Die dicken und schwärzlichten Dämpfe giengen nicht durch das erste Filtrum. Diesen Versuch wiederholte ich etliche mahl hinter einander ohne die Filtern zu ändern, weil ich sie sehr stark mit oleo Tartari getränkt hatte, und der Erfolg war allemahl eben derselbe. Nachdem ich diese Filtern herausnahm, so fand ich in demjenigen, welches am nächsten an der Flasche war, eine ziemliche Quantität von einer Art von kalcinirter Materie, in dem darauf folgenden ein kristallisirtes Salz, in dem dritten noch etwas von eben diesem Salze; in dem letztern endlich konnte ich nichts gewahr werden.

§. 20. War nun mein Urtheil gegründet, so sollte billig das Salz, welches sich in dem zweyten und dritten Filter befand, eine Art von Salpeter enthalten, welcher sich wieder generirt hatte. Denn es ist bekannt (n), daß wenn der Salpeter mit Schwefel vermischt, und hernach angezündet wird, solche Dünste aufsteigen, davon der Geruch etwas schweflichtes und Nitröses an sich hat. Behält man nachgehends diese Dünste auf, so findet man in der That, daß der Liquor, in dem sie sich verwandeln, aus einer Vermischung vom acido nitri, acido sulphureo und spirito sulphureo besteht; und wenn dieses mit dem Alkali tartari verbunden wird, so muß daraus ein Compositum von sich wieder generirten Nitro und Tartaro vitriolico entstehen. Ich that also davon etwas auf eine glühende Kohle, und wurde gewahr, daß es petillirte und allmählich anfieng zu zergehen. Dieses bestärkte mich in meiner Meinung; weil ich aber nicht eine hinlängliche Quantität von die-

(n) Man sehe Maquer. El. de Chym. prat. Seite 60.

sem Salze habhaft werden konnte, so war ich ausser Stande noch andre Untersuchungen mit demselben vorzunehmen.

§. 21. Hält man diesem Versuch gegen den erstern, so wird man leicht gewahr, daß die unreinen Dünste, davon die erstere flüssige Materie nicht gereiniget war, die Ursach gewesen, warum das Thierchen gestorben. Herr Muschembroeck dem dieses ebenfalls begegnete, nahm eben daher Gelegenheit zu zweifeln, ob die elastische flüssige Materien wirkliche Luft wären.

§. 22. Eben dieses Kunstgriffs bediente ich mich um zu entdecken, ob diese also gereinigte flüssige Materie auch soviel von ihrer Elasticität verlieren würde, als diejenige, welche der Herr Hauksbee aufbehalten hatte. Dieses sollte hauptsächlich dazu dienen, um den Erfolg meiner Untersuchungen mit desto mehrerer Sicherheit feste zu setzen, ohngeachtet Herr Halles angemerkt (o), daß, wenn man den Salpeter durch Wasser destillirt, die Luft, welche sich daraus

(o) Stat. des. veg. Seite 166.

entwickelt ihre Elasticität behält. Ohne aber diese Vorsicht zu gebrauchen, geschahe dieses nicht, sondern der Erfolg seiner Untersuchungen stimmte ziemlich mit demjenigen überein, was Herr Hauksbee gefunden hatte.

III. Versuch.

§. 23. Ich ließ einen Hahn (Fig. 3.), welcher durch den Teller der Luftpompe ging, und mit dem Recipienten eine Gemeinschaft hatte, sehr sorgfältig an dem obern Theil der Röhre eines Barometers verkütten, welche nicht auf das Quecksilber herunter gieng, sondern in Form eines Hebers gekrümmt war. Die übrige Zubereitungen zu diesem Versuch, geschahen eben so wie bey dem zweyten. Ich verdünnte die Luft so stark, als es nur angehen wollte, so daß das Quecksilber bey nahe bis auf 27 Zoll in die Höhe stieg, als sich das Pulver entzündete. Nachdem das Quecksilber aufgehört hatte zu osciliren, so daß es bis auf 10 bis 11 Zoll ohngefähr in der Röhre tiefer stehen blieb, so schloß ich den Hahn zu, und bezeichnete mit

einem kleinen seidenen Faden, welcher stark mit Wachs beschmiert war, den Punkt, wo die Oberfläche des Quecksilbers, welche an den innern Wänden der Röhre stieß, befindlich war. In diesem Zustande ließ ich alles eine lange Zeit stehen, ohne daß ich einige merkliche Veränderung in der Höhe des Quecksilbers, und folglich an der Elasticität der flüssigen Materie hätte gewahr werden können. Ich glaube also, daß diese kleine Veränderungen durch die Veränderung der Atmosphäre hervorgebracht worden, oder wenn sie ja noch von der flüssigen Materie abhingen, so kam dieses vielleicht daher, weil ich die flüssige Materie nicht völlig von allen schädlichen Dünsten gereinigt hatte. Denn anstatt des Oehles, womit ich die Filtern tränkte, hätte ich Sal tartari nehmen können, welches sie mit mehrerer Sicherheit und in einer weit grössern Quantität zurück gehalten haben würde. Ich bin indessen sehr geneigt zu vermuthen, daß die Differenzen von keiner Wichtigkeit gewesen. Herr Hauksbee hingegen fand (p), daß die

(p) Exp. Phis. mec. Seite 85.

flüssige Materie, welche er 18 Tage aufbehalten hatte, während dieser Zeit $\frac{19}{20}$ von seiner Elasticität verloren hatte, so daß nur $\frac{1}{20}$ beständig geblieben.

§. 24. Wenn man die Versuche der Herrn Hauksbee und Halles gegen einander hält, so läßt sich daraus mit vieler Wahrscheinlichkeit schliessen, daß die flüssige Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, einen grossen Theil ihrer Elasticität, wegen den schweflichten und sauren Dämpfen verlieret. Denn Herr Halles beweiset, daß die Dünste von dieser Art eine bestimmte Quantität Luft fixiren und in sich ziehen, der übrige Theil aber weiter keiner Veränderung unterworfen ist. Dieses stimmt eben mit dem Erfolge überein, den die Versuche des Herrn Hauksbee hatten, welche ich vorhin bey dem dritten Versuch angeführt habe.

IV. Versuch.

§. 25. Die geringe Veränderung (Fig. 3.), welche ich in der Elasticität der flüssigen Materie gewahr wurde, bewog mich durch Hülfe der Zu-

rüstungen, die ich bey dem vorigen Versuch gemacht hatte, zu untersuchen, ob diese flüssige Materie noch eine andere Eigenschaft der wirklichen Luft an sich hätte. Es war nemlich die Frage auszumachen, in welcher Verhältniß sich dieselbe würde zusammen drücken lassen. Als ich in dieser Absicht neues Quecksilber in dem krumm gebogenen Schenkel der Röhre goß, so fand ich, daß sich dieselbe beynahe nach eben der Verhältniß zusammen drucken ließ, nach welcher sich die Luft zusammen drucken läßt, nemlich nach dem Verhältniß der Gewichte.

§. 26. Herr Muschembroeck sagt nichts von der Elasticität der flüssigen Materie, sondern merket so zu sagen, nur ganz beyläufig die Differenzen an, welche bey den Verhältnissen vorkommen, nach denen sich diese flüssige Materie und die natürliche Luft zusammen drücken lassen. Ich habe es mir also nicht allzusehr angelegen seyn lassen, diese zwey Punkte vollkommen zu entscheiden, und dazu also auch nicht die erforderliche Maßregeln genommen. Indessen hat Herr Halles sich viele Mühe gegeben,

verschiedene Arten von dieser künstlichen Luft zusammen zu drücken, und ebenfalls gefunden, (q) daß sie sich mit der natürlichen Luft nach einerley Gesetz zusammen drücken lassen.

§. 27. Der zweyte Einwurf (§. 10. n. 2.) des Herrn Muschembroecks muß die Naturforscher nothwendig sehr in Verlegenheit setzen, weil man sehr viele Schwierigkeiten zu überwinden haben würde, wenn man einen solchen Versuch anstellen wollte, der diesen Punkt in sein völliges Licht setzen könnte. Besonders da derselbe diejenigen Versuche nicht angezeiget hat, durch die er gefunden hat, daß die elastische flüssige Materie die Flamme auslöscht. Inzwischen ist dieser Einwurf meines Erachtens nicht von solcher Wichtigkeit als der erstere, ohngeachtet derselbe in dem ersten Augenblick etwas in sich zu schliessen scheinet, welches die ganze Sache völlig entscheiden könnte. Da inzwischen selbst diese Eigenschaft der natürlichen Luft durch die Gewalt der Hitze eine ziemliche Veränderung leidet, so darf man sich eben nicht

(q) Stat. des veg. Seite 164. und 369.

verwundern, wenn man an der flüssigen elastischen Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt, alle die Eigenschaften der natürlichen Luft, diese einzige ausgenommen, gewahr wird. Man weiß nemlich, daß wenn die Luft durch die Flamme hindurch gehet, oder sich an Körper befindet, welche man auf das stärkste erhitzet hat, dieselbe nicht nur, nicht mehr geschickt ist eine andre Flamme zu unterhalten, sondern auch keiner andern Art von Feuer mehr Nahrung giebt.

§. 28. Hieraus läßt sich nun mit vieler Wahrscheinlichkeit schliessen, daß ohngeachtet die Luft, welche sich aus dem Pulver entwickelt, ihren ursprünglichen Zustand der natürlichen Luft wieder angenommen hat, (welches dadurch zuwege gebracht wird, wenn man dieselbe von den Dünsten reinigt, welche die Eigenschaften derselben so veränderten und unkenntlich machten, daß man mit Grunde viele Zweifel in Ansehung der Natur derselben haben konnte), diese Luft, sage ich, vielleicht nicht im Stande ist, diese Eigenschaft der natürlichen Luft wieder zu

erlangen, indem sie sich von den Hindernissen loßmachen muß, welche dieselbe ohne Hülfe des Feuers nicht würde haben übersteigen können, um hernach auf eine so plötzliche Art ihre verlorne Elasticität wieder zu bekommen; Eben so wie die natürliche Luft, wenn sie unter dem Recipienten erhitzet wird, ohne das geringste von ihrer Elasticität und besondern Schwehre zu verlieren, diese Kraft dennoch völlig verlieret.

§. 29. Nachdem was bishero gesagt worden, kann man nun wohl keine Zweifel weiter über die Natur der flüssigen elastischen Materie haben, welche sich aus dem Pulver entwickelt. Die Luft ist demnach die Ursach der erstaunenden Würkungen, welche man gewahr wird, und, indem sie durch die Feuertheilchen in Bewegung gesetzt wird, die Triebfeder der ausserordentlichen Gewalt, mit der verschiedene Gegenstände in Bewegung gesetzet werden; und besonders ist diejenige Luft, welche in jedem Körnchen eingeschlossen ist, so zusagen der Erzeugungsgrund der Kraft; diejenige, welche sich in den Zwischenräumchen befindet, dienet dazu, um die Ent-

zündung fortzupflanzen, und endlich ist die äussere Luft die Ursach des gewaltigen Getöses, weil die Theile derselben von denen, welche sich aus dem Pulver durch die Entzündung mit einer so entsetzlichen Geschwindigkeit entwickeln, gestossen, und mit der größten Gewalt nach allen Richtungen getrieben werden.

§. 30. Aus dieser geschehenen Untersuchung der flüssigen elastischen Materie wird man sich nunmehro leicht überzeugen können, daß die Meinungen, welche verschiedene Schriftsteller davon hegen, so sinnreich und ausnehmend dieselben auch sind, dennoch nicht mit der Erfahrung überein stimmen. Ohngeachtet sie nun zwar alle die Luft als die Ursach betrachten, von der die Würkungen des Pulvers abhängen, wenn sie auch gleich diese Wahrheit nicht durch die Erfahrung bewiesen haben, so sind sie doch in der Art, wie sie diese Luft würken lassen, sehr verschieden, und dahero will ich ihre Gedanken etwas genauer zu untersuchen, um alle die Umstände zu entdecken, welche diese Verschiedenheit hervorgebracht haben.

§. 31. Herr Joh. Bernoulli behauptet (r)

I. Daß das Feuer die in den Körnern befindliche Luft in Freyheit setzet, und dahero derselben Gelegenheit giebt, ihre Würkungen zu äussern.

II. Der Herr de la Hire (s) setzet noch hinzu, daß nicht allein die Luft, welche in den Körnern eingeschlossen ist, durch das Feuer zur Wirksamkeit gebracht wird, sondern auch diejenige, welche sich zwischen den Körnern befindet.

III. Herr Belidor macht endlich diese Meinung noch allgemeiner, und da er die Würkungen der Luft nicht unterscheidet, so kann man daraus schliessen, daß er auch die äussere Luft mit darunter rechnet.

§. 32. Aus dem vorhergehenden lässet sich nun hierüber folgendes Urtheil fällen.

I. Herr Bernoulli zeiget durch seinen Satz nichts weiter als die Quelle an, von der die innere Würksamkeit des Pulvers ab-

(r) Op. omn. tom. 1. Seite 54.

(s) Diss. an. 1702.

hångt, ohne daß die gewöhnliche Würkungen desselben mit aus dem Begriffe folgen, den er sich von der Würkung der Luft gemacht hat. Denn dadurch würde er nicht im Stande gewesen seyn, die Detonnation und die Fortpflanzung des Feuers mit der forttreibenden Gewalt zu verbinden.

II. Der Herr de la Hire gewinnet etwas über den Herrn Bernoulli, weil er die Fortpflanzung des Feuers erklären konnte, indessen ist seine Meinung dennoch sehr unvollständig.

III. Da Herr Belidor nicht die verschiedene Arten von Luft unterscheidet und von einander absondert, so daß er sich nicht darin einläßt, die Würkungen zu bestimmen, welche eine jede Art bey einer jeden Erscheinung besonders hervorbringt, so giebt er eine solche Erklärung von der allgemeinen Ursach der gewöhnlichen Würkungen des Pulvers, welche mit der Wahrheit übereinstimmt, denn in diesem Falle hängen

dieselben in der That von den drey verschiedenen Eigenschaften ab, vermöge denen die Luft einen Einfluß auf die angeführten Phänomena hat.

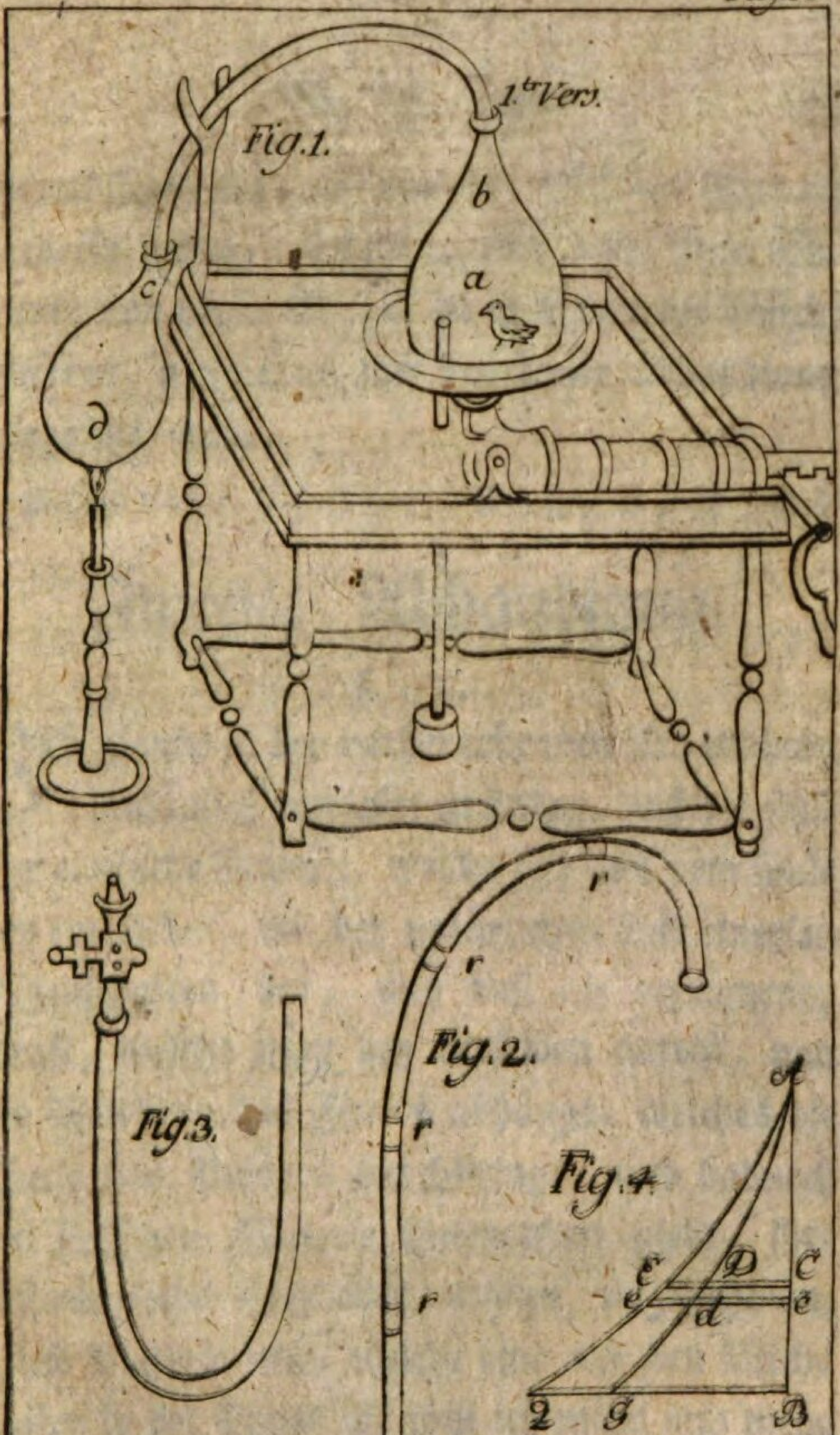
§. 33. Nachdem man also die Natur der flüssigen Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, etwas genauer kennen gelernt hat, so wird es denen Meßkünstlern nicht mehr schwehr fallen, viele von denjenigen Stücken mit ziemlicher Sicherheit aufzusuchen, und daraus herzuleiten, welche gegeben seyn müssen, um alle Aufgaben, welche in der Artillerie einschlagen, auflösen zu können. Denn wenn sie sich eben der Kunstgriffe bedienen, welche ich angewandt habe, so kommt es blos darauf an, diejenigen Differenzen zu beobachten, welche von den Veränderungen abhängen, denen diese flüssige Materie unterworfen ist. Inzwischen müssen die Erfahrungen darüber mit aller möglichen Genauigkeit und Sorgfalt angestellt werden. Der wahre Nutzen, den man aus dem vorhergehenden ziehen kann, bestehet hauptsächlich darinnen, daß man einen festen Grund hat,

von dem man schon sichere Begriffe erhalten, indem die Haupteigenschaften der flüssigen Materie sich nach unveränderlichen Gesetzen richten, die sich dem Calcul unterwerfen lassen. Bishero wurden, nach dem Geständniß des Herrn Eulers in den Anmerkungen zum Robins, alle diese gegebene Stücke meistentheils nur hypotetisch angenommen, weil sich dabey so viele Schwierigkeiten zeigten. Inzwischen haben einige Gelehrte durch Beobachtungen, welche der Wahrheit näher kommen, diese Sache besser aufgeklåret, und nicht allein schon verschiedene Aufgaben aufgelöset, sondern auch Methoden angegeben, deren man sich mit gutem Erfolge bedienen kann, um mehrere dergleichen Aufgaben aufzulösen.

§. 34. Herr Neuton ist der erste gewesen, der es unternommen hat, die krumme Linie zu bestimmen, welche ein Körper beschreibt, der von der Gewalt des Pulvers in Bewegung gesetzet wird, wenn man voraus setzt, daß der Wiederstand der Luft den Quadraten der Geschwindigkeit proportional ist, und nach vieler angewandten

Mühe, hat er dieselbe durch Näherung bestimmt. Herr Joh. Bernoulli machte nachgehends eine genauere und vollständigere Auflösung davon bekannt. Herr Ben. Robins fand, daß die Geschwindigkeit mit der die Luft in dem leeren Raume eindringt, kleiner ist als die Geschwindigkeit mit der sich eine Kugel bewegt, wenn sie von der Kraft des Pulvers getrieben wird, und zog daraus den Schluß, daß der Wiederstand der Luft beynahe den Cubis der Geschwindigkeiten Proportional ist. Herr d'Alembert bedienet sich dieses Grundsatzes in seinem vortreflichen Werke über den Wiederstand der flüssigen Materien, und führt denselben durch einen sehr sinnreichen Calcul aus. Herr Euler hat endlich in seinen Anmerkungen zum Robins und in einer besondern Abhandlung (t) diese Materie so vollständlich abgehandelt, als es die Natur der Aufgabe leiden wollte, und die Methode und Formeln angezeigt, deren man sich bedienen kann, um alle mögliche Fälle aufzulösen. Ich kann mich hier in keine fernere Anwendung der

(t) Mem. de l'Ac. des Scienc. de Berlin. tom. 6.


1.re Vers.
Fig. 1.
b
a
c
d
Fig. 2.
r
r
r
r
Fig. 3.
Fig. 4.
A
E
D
C
e
d
c
Q
G
B

Grundsätze, die wir von der flüssigen Materie entdeckt haben, einlassen, und eine Unternehmung von dieser Art, ist zu weit von der Absicht entfernt, welche ich mir bey dieser Abhandlung vorgesetzt habe.

Zweyte Abhandlung.

§. 1.

Ich glaube in der vorhergehenden Abhandlung hinlänglich bewiesen zu haben, daß die flüssige elastische Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt, mit der natürlichen Luft einerley Eigenschaften hat, und daß die erstaunende Kraft, welche man bey derselben antrift, von der Würkung des Feuers abhängt, welches die Theile des Pulvers durchdringt, und dadurch der flüssigen Materie Gelegenheit giebt, ihre ursprüngliche Elasticität wieder anzunehmen. Diese Materie nun, welche eine von den Wichtigsten in der Physik ist, will ich mehr und mehr suchen auszuarbeiten, und noch deutlicher ins Licht zu setzen, um die Theorie, die ich durch die

Erfahrung herausgebracht, nicht allein zu befestigen, sondern auch weiter auszudehnen.

§. 2. Ich werde also das vornehmste von demjenigen, was ich aus meinen angestellten Versuchen, mit Sicherheit habe schliessen können, hier auseinander setzen. Die Versuche, welche ich über die Elasticität und der Zusammendrückung dieser flüssigen Materie im Anfange nur sehr unvollkommen angestellt, nachgehends aber öfters und mit aller möglichen Sorgfalt wiederholt habe, sollen nebst andern Begebenheiten, die ich auseinander setzen werde, dazu dienen, um dasjenige, was ich schon behauptet, ausser allem Zweifel zu setzen; hierauf werde ich weiter gehen und zeigen, daß die Kraft dieser flüssigen Materie hauptsächlich von der Geschwindigkeit abhängt mit der sich dieselbe entwickelt. Die Versuche, welche hier gleich folgen, erfüllen die erste von diesen beyden Absichten.

§. 3. Ich ließ die Röhre, welche die Gemeinschaft zwischen der Flasche, in der ich das Pulver legte, und den Recipienten unterhielt, aus fünf gläsernen Zylindern von einer ziemli-

chen Länge machen. Derjenige, welcher mit der Flasche zusammen hieng, war der Längste, damit sich die flüssige Materie in einem desto grössern Raume ausbreiten konnte, ohne den geringsten Wiederstand zu finden (a). An einem jeden von diesen Zylindern brachte ich ein doppeltes Filtrum von ziemlich dichten Flor oder Gaze an, und tränkte die vier erstern stark mit Oleo tartari. Ich steckte auch in diese Röhre Baumwolle, welche ich in eben diesem Oehle getränket, und streute auf das Filtrum, in demjenigen Zylinder, welcher in dem Recipienten gieng, Sal tartari, welches ich nur grob hatte zerstossen lassen. Das gekrümmte Barometer endigte sich in der Gegend, wo es mit der äusser-

(a) Es begegnete mir allezeit, daß meine Gefässe zersprungen, so bald sich wegen der Kürze der Röhre das Filtrum zu nahe an der Flasche befand, oder wenn ich gezwungen war die Röhre zu biegen, und alsdenn die Krümmung nicht weit genug von der Flasche ab war. Herr Halles zeigt in seinem Anhang zu seiner Stat. des. veg. &c. daß er eben diese Vorsicht beobachtet. Seite 341.

lichen Luft Gemeinschaft hatte, in Gestalt eines Trichters, und das andre Ende desselben gieng in einen kleinen Zylinder, welcher an dem Hahn befestiget war, der durch den Teller der Luftpumpe in dem Recipienten gieng. Alle die Fugen, durch welche die kleinen Zylinder an einander gehalten wurden, ließ ich auf das sorgfältigste verkütten, und verfuhr im übrigen eben so wie bey dem zweyten Versuch in der ersten Abhandlung. Das Quecksilber war 27 Zoll hoch als das Pulver Feuer fieng; die Luft also welche in dem innern Raum der Gefässe zurücke geblieben war, betrug nicht viel über einen halben Cubick Zoll. Gleich nach der Entzündung fiel das Quecksilber 10 bis 12 Zoll herunter, und nach einigen Oscillationen, welche nach und nach aufhörten, fieng dasselbe an zu steigen, und dieses dauerte eine Zeitlang; endlich blieb derselbe ohngefähr 1 bis 2 Zoll tiefer stehen, als dasselbe vor der Entzündung war. Hieraus schloß ich also, daß die erzeugte flüssige Materie mit der äusserlichen Luft einerley Temperatur hatte, und merkte also wie gewöhn-

lich den Punkt, auf welchen das Quecksilber stehen blieb.

§. 4. Neben diesen Barometer, welches ich zu dem Versuch gebraucht hatte, setzte ich ein anderes, welches mit der größten Genauigkeit und Sorgfalt verfertiget worden, und dieses in der Absicht, um die Veränderungen mit einander vergleichen zu können, und die Ursachen zu bestimmen, durch welche noch Veränderungen hervorgebracht werden konnten. In dieser Verfassung ließ ich alles 23 Tage über stehen. Während dieser Zeit konnte ich keine andre Veränderungen bey dem Barometer gewahr werden, als diejenigen, welche von dem veränderlichen Zustande der Atmosphäre abhiengen. Ich hielt also vor überflüssig es noch längere Zeit in diesem Zustande zu lassen, weil ich nicht den geringsten Anschein hatte, daß sich etwas von der flüssigen Materie verzehrt und dieses um desto mehr, da schon Herr Hauksbee bemerket, daß die $\frac{10}{20}$ deren er Erwähnung thut in 18 Tagen verzehrt und absorbirt worden sind, hernach aber die flüssige Materie keine weitere

Veränderung erlitten. Um nun das Gesetz zu entdecken, nach dem sich diese flüssige Materie zusammen drücken läßt, goß ich zu wiederholten malen verschiedene Quantitäten von Quecksilber in den Schenkel, welcher offen war, und nachdem ich angemerket hatte, um wieviel der Raum allezeit kleiner wurde, fand ich, daß der Grad der Zusammendrückung allezeit den Gewichten genau proportional war, die da waren hinzugesetzt worden (b).

§. 5. Der Schluß den ich aus meinen Versuchen gezogen, ist ohne Zweifel sehr simpel und natürlich, und man kann desto mehr sich dabey beruhigen, da der Erfolg von jedem neuen Versuch sich mit den andern verband, um denselben zu befestigen. Ich bin indessen sehr ge-

(b) Ich muß hierbey anmerken, daß die Colonnen Quecksilber, welche ich in die Röhre goß, in einen zylindrischen Raum eingeschlossen waren, dergestalt, daß der Trichter, den ich angebracht hatte, um eine ziemliche Quantität Quecksilber zu bekommen, indem ich die Luft auspompte, mir jetzt zu weiter nichts diente, als um meine Operations zu erleichtern.

neigt, zu glauben, daß ohngeachtet die Luft die grosse Hauptursach ist, welche die Würkungen des Pulvers hervorbringt, dieselbe doch in diesem Falle im ersten Augenblick eine weit grössere Kraft sich auszudehnen besitzet, als wenn dieselbe vollkommen trocken wäre. Denn es ist bekannt, daß sich die feuchte Luft weit stärker ausdehnen kann, und daß sich in der That in dem Salpeter, wie in allen Salzen, welche sich kristallisirt haben, viel Feuchtigkeiten befinden.

Indessen folgt aus dem, was wir vorhin gesehen haben, ganz deutlich, daß die Feuchtigkeiten eben keinen sonderlichen Antheil an den Würkungen des Schießpulvers haben, und in der Folge wird dieses noch umständlicher bewiesen werden. Uebrigens mag die Würkung, welche die Feuchtigkeit, die sich aus einer gewissen Art Pulver entwickelt, hervorbringt, beschaffen seyn wie sie will, so kann man dieselbe doch nicht aufs genaueste bestimmen, ohne die Quantität derselben zu wissen. Man könnte dieses vielleicht erhalten, wenn man dieses Pulver in einer Flasche verbrennte, welche an einer Reihe

Recipienten angeküttet wäre; durch die Verdickung dieser Feuchtigkeit würde man alsdenn die Quantität derselben ganz genau bekommen können. Ich glaube, daß man keine Methode hat, die sicherer wäre als diese, um diese Frage zu entscheiden. Denn nicht zu gedenken, daß es sehr schwer ist, vollkommen die Quantität Wasser zu bestimmen, welche in jedem von den Bestandtheilen enthalten ist, so würde doch, wenn man auch dieses genau wüßte, noch die Frage auszumachen seyn, wieviel die Salia neutra zurück halten, welche man nach der Entzündung gewahr wird. Dieser Umstand muß nicht aus der acht gelassen werden, denn man weiß, daß die Salze, welche sich kristallisiren, eine beträchtliche Quantität davon enthalten. Wenn man dahero gleich die Feuchtigkeiten wüßte, welche in den Bestandtheilen des Pulvers oder in dem Pulver selbst enthalten sind, so wäre man in Absicht auf dem Zuwachs der ausdehnenden Kraft der Luft doch noch in eben der Dunkelheit als vorhero.

§. 6. Wenn sich übrigens das Wasser, welches sich in dem Pulver befindet, während der Entzündung in Dünste auflösete, so siehet man leicht, daß dasselbe nicht nur im Stande wäre ganz allein alle die Würkungen hervorzubringen, welche man dem Pulver zuschreibt, sondern noch weit grössere. Herr Muschembroeck hat nemlich gefunden (c), daß das Wasser, welches sich in Dünste auflöset, zum wenigsten eine eilf mahl so grosse Gewalt hat, als eine gleich grosse Quantität Pulver. Wenn also in einer gewissen Quantität Pulver der eilfte Theil Wasser wäre, welches eben nicht viel ist, so würde dieser hinreichend seyn ganz allein alle die Würkungen hervorzubringen, dergestalt, daß die Luft nichts mehr dazu beytrüge. Dieses aber ist demjenigen völlig zuwieder, was ich angemerket habe, welches noch durch das Ansehen verschiedener Schriftsteller vom ersten Range unterstützet wird.

§. 7. Ein berühmter Naturforscher unseres Zeitalters glaubt, daß die Luft allein nicht

(c) Essai de Phys. §. 873.

im Stande ist alle die Würkungen des Pulvers hervorzubringen. Ich will seine eigene Worte hersetzen. „Die meisten Naturforscher, sagt „er (d), welche von der Gewalt des Schießpul„vers gehandelt, eignen die wunderbare Wür„kungen desselben einzig und allein der Luft zu, „welche durch die Würkung der Stampfen gleich„sam mit demselben inkorporirt wird, und der„jenigen, welche sich in den Räumchen befin„det, welche die Körner zwischen sich lassen. — „Ich will nicht in Abrede seyn, daß diese „Schlüsse gemacht werden müssen, um die „Würkungen des Pulvers zu erklären, wenn es „sich entzündet hat: indessen glaube ich, daß sie „nicht hinreichend sind, sondern daß man noch „etwas hinzu setzen muß, u. s. w." Ich werde nach und nach die Gründe auseinander setzen, durch die er seine Meinung unterstützen will, und mit den Sätzen vergleichen, auf welche er dieselben gebauet hat. Was aber die Dünste anbelanget, welche seiner Meinung nach zu der Luft hinzu kommen, und denen er die Kraft zu-

(d) Leçons de Phys. experim.

schreibet, welche das Wasser in der Röhre des Herrn Bernoulli herunter getrieben, wie man aus seinen eigenen Worten sehen kann, „sollte „man nicht glauben, daß in der Röhre des „Herrn Bernoulli nach der Entzündung einige „Dünste zurücke bleiben, welche das Volumen „der Luft, mit der sich dieselben vermischen, „etwas vermehren und verursachen, daß die „Oberfläche des Wassers etwas herunter sinket," so mögen dieselben beschaffen seyn wie sie wollen, so darf man nur bedenken, daß dieser grosse Geometer das Fallen des Wassers nicht eher bestimmt als 4 Stunden nachher, da sich die flüssige Materie schon völlig abgekühlet hatte (e).

(e) Herr Bernoulli benachrichtiget uns, daß, nachdem er 4 Gran Pulver in einer Röhre durch Hülfe eines Brennspiegels angezündet, die Luft, welche sich daraus entwickelt, das Wasser aus der Röhre herausgeworfen, hernach sey das Wasser wieder so lange gestiegen, bis die flüssige Materie mit der äusserlichen Luft einerley Temperatur angenommen, und nach Verfliessung 3 bis 4 Stunden stehen geblieben. Er maß hierauf den Raum den die flüssige Materie einnahm, und fand, daß der-

Man kann also zu keiner Art von Dünsten seine Zuflucht nehmen, um diesen Umstand zu erklä-

selbe 200 von diesen Grans enthielt. Dieser Umstand und einige Betrachtungen, welche derselbe hinzufüget, setzen ihn in Stande, die Luft zu bestimmen, welche in dem Pulver enthalten ist, und er findet hieraus, daß dieselbe mehr als 100 mahl dichter ist, als in ihrem natürlichen Zustande.

Man kann ferner erstlich anmerken, daß gleich nach der Entzündung das Wasser mit solcher Gewalt heraus getrieben wurde, daß nicht allein das Wasser, sondern auch selbst die Luft wäre aus der Röhre herausgeworfen worden, wenn dieselbe nicht eine beträchtliche Länge gehabt hätte. Adeo ut nonnunquam, nisi portio tubi sit satis longa, per orificium, non solum omnis aqua, sed aër expelli possit. Man kann zum zweyten anmerken, daß der Herr Bernoulli nur die absolute Zeit von 4 Stunden angiebet, nachdem das Wasser stehen geblieben, oder, wie er sagt, nachdem die flüssige Materie völlig kalt geworden, und daß er die Verzehrung der schweflichten Dünste in keine Betrachtung ziehet. Proinde res ex voto successit, ideoque machinam immutatam in priorem locum temperatum transtulimus, ubi aquam in tubo sensim rursum ascendere observavimus, nimirum obduplicem cau-

ren; denn man kennt noch keine einzige flüssige Materie, welche nicht in einem so langen Zeitraum ihre natürliche Dichtigkeit wieder erhalten sollte, wenn die Ursach, welche dieselbe ausgedehnet hat, aufgehöret.

§. 8. Ohngeachtet nun dieser vortrefliche Schriftsteller durch diese Gedanken eine Erklärung von dem Erfolge geben will, den der Herr Bernoulli in seiner Dissertation: De effervescentia & fermentatione, die in dem ersten Bande seiner Werke, Seite 35. anzutreffen ist, angiebet, so scheinen dennoch seine eigne Worte anzuzeigen, daß er noch verschiedene Zweifel über diese Erfahrung hat. „Ich weiß wohl, sagt

sam; tum ob translationem ex loco calidiori in frigidiorem, tum ob subito incensum ignem iterum extinctum, tamdiu, inquam, ascendit aqua, donec tota machina refriguisset & pristinum statum induisset: tum demum amplius non ascendit, sed quievit, etiam per tres, vel quatuor horas, quamdiu in isto statu permittebamus; sic itaque advertimus, non ad priorem terminum usque ascendisse, sed notabiliter infra limitem possuisse . . . . , sed prout judicavimus ducenta granula pulveris pyrij vix adimplevissent spatium.

„er, daß, nachdem der Herr Bernoulli, den „Herr Varignon anführet, das Feuer ꝛc. (f) . . „und ich läugne nicht, daß diese Induction, da„fern man alles so lassen darf, wie es ist, der „Meinung dererjenigen ein grosses Gewichte „giebt, welche der Luft allein die gewaltigen „Würkungen des Pulvers zuschreiben. Wie „soll man aber diese Erfahrungen mit des Herrn „Halles seinen zusammen reimen, von denen er „mit dem größten Anschein der Wahrheit ge„schlossen, daß die schweflichte Materien, welche „man verbrennet, einen grossen Theil der Luft „in sich ziehen." Es ist indessen gewiß, daß der Raum von 200 Gran gar nicht übertrieben, sondern noch viel kleiner ist, als er seyn würde, wenn die schweflichten Dünste nichts verzehret hätten. Man sieht aber wohl, daß er blos deswegen behauptet, in der Röhre des Herrn Bernoulli blieben nach der Entzündung einige Dünste, welche das Volumen der Luft vermehrten, weil er durch seine Theorie schon a priori zu beweisen glaubte, daß die Luft nicht hin-

(f) Man sehe vorhergehende Anmerkung.

hinreichend ist. Aus eben diesem Grunde findet er auch so viele Schwürigkeiten diese Erfahrung, mit denen zu vereinigen, welche der Herr Halles angestellt hat. Indessen sehe ich gar nicht, in welchen Stücken die eine der andern zuwieder seyn sollte, dafern man nicht annehmen will, Herr Halles hätte beweisen wollen, daß die schweflichte Dünste die Eigenschaft haben, die Luft, welche in einer jeden gegebenen Röhre enthalten ist, zu fixiren, und in einer so kurzen Zeit völlig in sich zu ziehen. Daran aber hat dieser berühmte Engelländer schwerlich gedacht, (und es ist zu vermuthen, daß dieses auch nicht die Meinung des gelehrten Herrn Verfassers ist, dessen ich eben Erwähnung gethan,) in der Statica vegetabilium zeigt er vielmehr, daß diese Art von Dünste die Luft zwar absorbiren und in sich ziehen (g), dieses aber sehr langsam geschieht, so daß sie diese Kraft verschiedene Tage hinter einander behalten (h); daß sie sich in der ersten Zeit weit würksamer zeigen als nachhero,

(g) 76 Versuch. Seite 173.
(h) Ebendass.

wie eben diese Anmerkung Herr Hauksbee gemacht hat (i); und daß sie nicht vermögend

(i) Nachdem der Herr Hauksbee in einer Röhre ein Gran Pulver verbrannt, und aus dem Fall des Wassers geschlossen hatte, daß die Quantität der erzeugten flüssigen Materie in dem ersten Augenblicke der Entzündung einen 222 mahl grössern Raum eingenommen hatte, als vorhero; so fand er, daß innerhalb 2 Stunden darauf das Wasser um $\frac{4}{20}$ von dem Raum, um den es herabgefallen war, wieder höher gestiegen, und wieder nach 2 Stunden noch um $\frac{5}{20}$ weiter empor gestiegen. Nun ist offenbar, daß dieses Aufsteigen des Wassers nicht blos von der Erkältung der flüssigen Materie und der Verdickung der wäßrichten Dünste herrühren kann, wie es der Autor dieses Versuches zu glauben scheinet. Denn wie kann man sich vorstellen, daß eine so geringe Quantität von einer so dünnen flüssigen Materie nicht eher die Temperatur der Atmosphäre hätte annehmen können, als, ich will nicht sagen, nach einigen Stunden, sondern nach dem verschiedene Tage verflossen: weil das Wasser innerhalb einem Zeitraum von 18 Tagen beständig fortfuhr zu steigen, und nach dieser Zeit nur $\frac{1}{20}$ übrig blieb, welches sich nicht mehr veränderte? Die Versuche, welche der

sind, alle die Luft in sich zu ziehen, welche sich in dem Raume befindet, in dem dieselben eingeschlossen sind (k). Er redet nachgehends von der grossen Menge Luft, welche aus dem Salpeter erzeugt wird, und ziehet endlich hieraus den Schluß, daß die flüssige elastische Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt, nichts anders als natürliche Luft ist (l). Inzwischen

Herr Halles und ich selbst angestellet, zeigen, daß eine so lange Verzehrung blos den schweflichten und sauren Dämpfen zuzuschreiben ist, weil man, ohne sich zu übereilen, sicher glauben kann, daß innerhalb einer Stunde die Würkung der Wärme und der wäßrichten Dünste völlig aufhöret. Aus dieser Ursach muß man gestehen, daß, da die Verminderung der flüssigen Materie, welche von drey verschiedenen Ursachen, nemlich von der Verdickung der Dünste, der Luft, und endlich von der Verzehrung herrühret, nur $\frac{2}{20}$ oder $\frac{1}{10}$ von der erzeugten flüssigen Materie beträgt, die wäßrichteu Dünste eben nicht die Kraft haben, welche man ihnen gemeiniglich zueignen will.

(k) 76 Versuch. Seite 202.

(l) 76 Versuch. Seite 237.

ist diese Luft in dem Salpeter bis auf einen hohen Grade zusammen gedrückt, weil eben gedachter Herr Halles durch die Destillation des Salpeters gefunden, daß die Luft, welche daraus erzeugt worden, einen Raum angefüllet, welcher 180 mahl grösser war als der erstere (m).

§. 9. Bey dieser Gelegenheit will ich die Meinung eines gewissen Naturkündigers untersuchen, welcher in dem vierten Theile der Schriften der Akademie zu Bologna eine Abhandlung über diese Materie geschrieben hat. Der Verfasser dieser Schrift, worinnen er eine grosse Gelehrsamkeit blicken läßt, bemühet sich durch eine Kette von Beweißgründen zu zeigen, daß man seine Zuflucht zu den wäßrichten Dünsten nehmen muß, um die erstaunende Verdünnung der flüssigen Materie zu erklären, und daß die Luft allein nicht hinreichend ist. Ich will seine Gedanken hier ins kurze vortragen, damit man dieselben selbst beurtheilen kann. Herr Bernoulli, sagt er, merket an, daß der Raum, welchen das Wasser vorher eingenommen hatte,

(m) 72 Versuch. Seite 159.

und nunmehro verlassen, 200 Grane von dem Pulver, dessen er sich bedienet, hätte in sich fassen können. Wenn man nun diese Zahl mit der Zahl 4, welches die Anzahl der Grane war, deren er sich bediente, dividirt, so zeigt die Zahl 50 die Verhältniß der Dichtigkeit in jedem Grane an. Nimmt man nun an, daß die Hitze bey seinem Versuch, der Hitze des siedenden Oehles gleich gewesen, so ist das Volumen der verdünnten flüssigen Materie, 250 mahl grösser gewesen, als das Volumen des Pulvers.

Nun haben aber, fährt er fort, Herr Amantores, Belidor und ich selbst gefunden, daß die Flamme, welche durch die Entzündung des Pulvers hervorgebracht wird, sich in einem Raume ausbreitet, welcher 4 bis 5000 mahl grösser ist, als der Raum, welchen das Pulver vorher eingenommen. Damit sich aber die Luft in einen so grossen Raum ausbreiten könnte, müßte man annehmen, daß der Grad der Wärme, welcher dazu erfordert wird, sich zu der Wärme des siedenden Oehles verhalte, wie 16 zu 1. Dieses aber ist gar nicht wahrscheinlich, und

dahero muß man seine Zuflucht zu dem Wasser nehmen, welches in dem Salpeter enthalten ist, und sich in dem Augenblick, da sich das Pulver entzündet, in Dünste verwandelt.

§. 10. Hierbey muß ich nun erstlich anmerken, daß ich mir eben nicht vorstellen kann, daß die Kraft oder Würksamkeit des Pulvers von dem Raume abhängen sollte, welchen die Flamme einnimmt, und ich wüßte auch nicht, auf welche Art man dieselbe dadurch messen könnte. Es ist natürlich, daß wenn eine flüssige Materie aus brennbaren und solchen Theilen bestehet, welche eine gewisse würkende Kraft äussern, diese letztern sich nicht in einen eben so grossen Raum ausbreiten, als derjenige ist, welchen die Flamme einnimmt, die aus den andern erzeugt wird. Es ist in der That offenbar, daß die Gewalt der flüssigen Materie nur durch den Raum bestimmt wird, welchen dieselbe bey ihrer Ausdehnung einnimmt, und vermöge deren sie bemühet ist, die Gegenstände aus dem Wege zu treiben, welche derselben Wiederstand leisten; keinesweges aber durch den Raum, welchen die Flamme in

eben diesem Augenblicke einnimmt. Denn die Kraft und Gewalt der flüssigen Materie hängt lediglich von den Theilen ab, welche mit einer würkenden Kraft versehen sind, ohne daß man dieses von den andern brennbaren Theilen sagen kann.

§. 11. Uebrigens scheinet der Herr Verfasser nicht zu bemerken, daß man in der Röhre des Herrn Bernoulli auch auf die Luft acht haben muß, welche die schweflichte Dünste in sich ziehen und so zu sagen verzehren. Wenn man nun aber auch annehmen wollte, daß die Erkältung der feuchten Luft einzig und allein in der ersten Stunde das Aufsteigen des Wassers, in der Röhre verursacht, und die schweflichten Dünste nichts dazu beygetragen hätten, dergestalt, daß sich die flüssige Materie ohne diesem Umstand nur in $\frac{18}{20}$ ausgedehnet haben würde; so ist man doch gezwungen, dadurch die Veränderungen zu erklären, welche in den drey darauf folgenden Stunden erfolget sind. Diese Veränderungen aber, wie ich in der Anmerkung (i) gezeiget, betragen $\frac{8}{20}$ von dem übrigen Raume,

dergestalt, daß in der Röhre nicht mehr als $\frac{11}{20}$ von der erzeugten Luft zurücke bleiben konnten. Da nun aber die Luft, welche übrig blieb, ganz allein einen Raum einnahm, welcher 50 mahl grösser war, als derjenige, welchen das Pulver eingenommen hatte, so mußte nothwendig drey Stunden vorhero, der Raum, den die aus dem Pulver erzeugte flüssige Materie eingenommen, zum wenigsten 81 mahl grösser gewesen seyn, als derjenige war, welchen das Pulver eingenommen hatte.

§. 12. Inzwischen würde dieser Erfolg von dem Versuche nicht mit demjenigen übereinstimmen, was uns der Herr Hauksbee von dieser Materie liefert, wenn man auch noch die erste Stunde in Betrachtung ziehen wollte. Denn man würde nur ein Volumen bekommen, welches 90 mahl grösser wäre, da gleichwohl gedachter Schriftsteller eins findet, welches 222 mahl grösser ist. Man siehet aber wohl, daß die Absicht des Herrn Bernoulli keinesweges gewesen, ein Maaß anzugeben, nachdem man die flüssige Materie aufs genaueste messen könnte;

sondern er scheinet nur auf sehr sinnreiche Art zeigen zu wollen, auf welche Art man dieselbe bestimmen könnte. Denn wir haben schon in der Anmerkung (e) gesehen, daß er geglaubt hat, das Aufsteigen des Wassers sey durch das Versetzen der Maschine in einen Ort, welcher weniger warm gewesen, und durch der plötzlichen Verlöschung des Feuers verursacht worden. Aus dieser Ursach bemerkt er auch nur, daß das Wasser nicht eher aufgehöret habe zu steigen, als bis die flüssige Materie die Temperatur der Atmosphäre angenommen, ohne uns die Zeit wissen zu lassen, welche die flüssige Materie brauchte um wieder kalt zu werden; sondern er sagt blos, daß er die Höhe des Wassers nur 3 oder 4 Stunden nachher beobachtet hätte, da es völlig in Ruhe gekommen war. Diese Bestimmung ist nun aber sehr uneingeschränkt, besonders da man weiß, daß bey dem Versuch des Herrn Hauksbee das Wasser innerhalb 18 Tagen noch immer fortfuhr zu steigen, wenn man die Zeit mitrechnet, welche es zur Erkältung gebraucht. Da nun hierbey mit auf die Ver-

zehrung der Luft gesehen worden, welche den schweflichten Dünsten zuzuschreiben ist, so kann man nicht die Zeit wissen, welche zwischen der Entzündung und dem Augenblicke verflossen war, da der Herr Bernoulli seine Beobachtung anstellte, man kann also aus diesem Grunde nicht auf die Verzehrung der Luft sehen, welche während dieser Zeit geschehen war.

§. 13. Um aber wieder auf den Autor zu rück zu kommen, den ich (§. 9.) angeführet habe, so bestimmt derselbe die Verhältniß derer absoluten Dichtigkeit der Luft in jedem Pulverkorne, in Absicht auf der natürlichen Luft, wie 50: 1, weil die Ausdehnung der flüssigen Materie in der Röhre des Herrn Bernoulli zu der Zeit der Beobachtung eben diese Verhältniß zu dem Raume hatte, welchen das Pulver eingenommen. Wenn man nun auch nicht auf die Gründe acht haben wollte, welche ich bereits angeführt habe, so kann man doch die Unrichtigkeit dieser Folge leicht einsehen; noch mehr, man müßte voraus setzen, daß die ganze Masse des Pulvers wirklich nichts anders wäre, als

eine gleich grosse Masse reiner aber verdickter Luft, davon aber nach dem Herrn Halles nur der achte Theil in dem Pulver befindlich ist, und das übrige aus brennbaren und groben Theilen bestehet (n). Ausser diesen allen aber darf man auch die Zwischenräume nicht aus der acht lassen, welche sich zwischen den Körnern befinden, und deren Summe den Raum, welchen dieselben einnehmen, wenigstens um ein Drittel kleiner macht.

§. 14. Aus den angeführten Gründen, und aus denen (§. 12.), welche mich bewegen, den Versuchen des Herrn Hauksbee den Vorzug zu

(n) Eigentlich sagt dieses der Herr Halles nur von dem Salpeter: 72 Versuch. Seite 159. Weil aber die Luft, welche aus dem Pulver erzeugt wird, blos durch die Auflösung dieser Substanz hervorgebracht wird, und die andern beyden Bestandtheile nichts, oder doch sehr wenig dazu beytragen; so glaube ich, daß ich mir mit allem rechte dieses Umstandes bedienen kann, und dieses um desto mehr, da der Salpeter in dem besten Pulver nur $\frac{7}{9}$ ausmacht, und man also auf diese Art nur $\frac{1}{8}$ von $\frac{7}{9}$ bekommen würde.

geben; und da es überdem gar nicht angeht, die Würkung der Wärme mit einzumischen, welche noch bis diese Stunde so viele willkührliche Bestimmungen leidet: merke ich erstlich an, daß die Luft, welche bey Gelegenheit der Flamme erzeugt wurde, einen Raum einnahm, welcher 222 mahl grösser war, als der Raum, den das Pulver ausfüllte; nimmt man nun von diesem Raum wieder $\frac{1}{10}$ weg, welches von dem Wasser in der ersten Stunde wieder ausgefüllt wird, damit man gewiß versichert ist, daß die Wärme weiter keinen Theil daran hat, so wird der Raum, den die flüssige Materie einnimmt, wenn sie mit der äusserlichen Luft einerley Temperatur angenommen, doch wenigstens 200 mahl grösser seyn, als derjenige war, den das Pulver ausfüllte. Zweytens, weil das Volumen, welches das blosse Pulver ausmacht, um ein Drittel kleiner ist (§. 13.), so wird der Raum, den die flüssige Materie einnimmt, wenigstens 266 mahl grösser seyn. Nun ist die Luft, welche in dem Pulver enthalten ist, nur ein Achtel von der ganzen Masse des Pulvers,

folglich müßte alsdenn das Volumen der flüssigen Materie wenigstens 2128 mahl grösser seyn, als das Volumen, welches dieselbe vor der Entzündung in dem Pulver einnahm; hieraus würde alsdenn weiter folgen, daß die Luft selbst welche in jedem Pulverkörnchen, oder vielmehr in dem zu dem Versuch genommenen Pulver enthalten war, diese Dichtigkeit gehabt hätte; dieses aber stimmet schlechterdings nicht mit demjenigen überein, was der Herr Verfasser derjenigen Schrift behaupten will, welche ich (§. 9.) angeführet habe.

§. 15. Aus demjenigen, was ich bishero angeführet habe, siehet man nun offenbar, daß diejenigen Theorien, welche auf blosse Speculations beruhen, und a priori auf solche Grundsätze gebauet werden, die weit hergeholet sind, und nicht durch eine Reihe, mit aller Behutsamkeit angestellter Erfahrungen, unterstützet werden, allemahl sehr unsicher und so ausbedingt nicht anzunehmen sind. Naturkündiger vom ersten Range rathen uns eben diese Behutsamkeit an; ich will die Worte eines Schrift-

stellers von dieser Klasse anführen, besonders da ich mich jederzeit bemühen werde, diesem Grundsatze nachzuleben. „In physikalischen „Sachen, sagt der Herr Buffon, muß man so „viel Erfahrungen zu bekommen suchen, als „man Systeme zu befürchten hat, und die „Kenntniß der Würkungen wird uns unver„merkt auf die Ursachen zurücke führen, durch „welche dieselben hervorgebracht werden, und „man darf alsdenn nicht mehr befürchten, daß „man in diejenigen Ungereimtheiten verfallen „wird, welche ein besonderes Kennzeichen vieler „selbst erdachter Systeme zu seyn pflegen.“ Inzwischen muß man dieses auch nicht zu weit treiben, und die gesammlete Erfahrungen mißbrauchen, und aus dieser Ursach rätht er auch an, „daß man nur davon soviel soll zu bekom„men suchen, bis man sich völlig unterrichtet „hat.“

§. 16. Herr Dan. Bernoulli macht eine andre Schwierigkeit, welche in der That wichtiger ist, und die sich dem ersten Ansehen nach gar nicht heben läßt. Sie bestehet eigentlich darinnen,

Dieser grosse Geometer bestimmt durch die besondre Schwehre der Luft und des Pulvers, welche bekannt sind, die Menge der Luft, welche in dem Pulver enthalten seyn kann; er findet alsdenn durch seine Rechnung, daß die Elasticität der Luft nimmermehr im Stande seyn würde, die Würkungen hervorzubringen, welche wir an dem Pulver gewahr werden, wenn man auch annehmen wollte, daß das Pulver nichts anders als eine zusammengepreßte Luft wäre. Hieraus schließt er ferner, daß man in dem Pulver, ausser der Luft, noch ein anderes Principium annehmen müßte, welches stärkere Würkungen äussert, oder daß man voraus setzen müßte, daß die Elasticität der Luft in diesem Falle in einer grössern Verhältniß zunimmt, als die Verhältniß der Dichtigkeit derselben ist.

§. 17. Man könnte dieser Schwierigkeit leicht ausweichen, wenn man dem Herrn Bernoulli nur diese letztere Hypothese zugäbe, und in der That zeigt die Erfahrung, daß wenn die Dichtigkeit der Luft nur viermahl grösser ist, als die natürliche, die Dichtigkeit derselben in einer

kleinern Verhältniß vermehret wird, als diejenige ist, welche die Gewichte gegen einander haben, durch welche dieselbe zusammengedrückt wird; und hieraus würde alsdenn mit vieler Wahrscheinlichkeit folgen, daß diese Verhältniß immer mehr und mehr abnehmen muß, je mehr die Luft zusammen gepresset wird. Ohne nun diese Gründe, und das, was aus denselben weiter gefolgert werden kann, auszuschliessen, kann man noch einen andern Umstand hinzusetzen, der nicht minder alle Aufmerksamkeit verdienet. Weil nemlich diejenige Luft, welche in dem Pulver enthalten ist, mit solchen Substanzen vermischt ist, die mit derselben vollkommen Heterogen sind, so kann es allerdings seyn, daß sie eine grössere besondere Schwehre hat, als diese Substanzen, und folglich als das Pulver selbst, und folglich könnte aus dieser Ursach die stärkere Zusammenpressung, die geringere Quantität, welche darinnen ist, gewissermassen wieder ersetzen. In der That haben wir auch a posteriori gefunden, daß die Luft, welche in dem Pulver enthalten ist, wenigstens 2128 mahl dichter

dichter ist als die natürliche, da doch ihre Dichtigkeit selbst nach der Rechnung des Herrn Bernoulli aufs höchste 1000 mahl grösser seyn konnte als die Dichtigkeit der natürlichen Luft.

§. 18. Aus dieser angestellten Betrachtung scheinet sich nun auch die wahre Ursach dieser Verschiedenheit zu entwickeln. Der Herr Bernoulli fand durch seine Rechnung, daß die Dichtigkeit der in dem Pulver enthaltenen Luft 1000 mahl grösser ist, als der natürlichen Luft, weil er annahm, daß die besondere Schwehre des Pulvers der besondern Schwehre des Wassers gleich sey. In der Folge werden wir sehen, daß die Luft, welche sich in dem Pulver befindet, nicht ohne Unterschied in einem jedem von dessen Bestandtheilen, sondern blos in dem Salpeter enthalteu ist; Nun ist aber die besondere Schwehre dieses Salzes wenigstens noch einmahl so groß, als die besondere Schwehre des Wassers; folglich hat dieser vortrefliche Mathematikverständige die besondere Schwehre des Pulvers mehr als noch einmahl so klein angenommen, als sie würklich ist; hieraus nun lässet

sich ferner leicht begreifen, daß die Luft weit stärker zusammen gepresset ist, als er bey seinem Calcul vorausgesetzet. Auf diese Art liessen sich also durch die größte Dichtigkeit der Luft, welche sich in dem Pulver befindet, und durch die größte Verhältniß, nach der die Elasticität, dieser so sehr zusammen gepreßten Luft, vermehret wird, die Schwürigkeiten heben, welche dieser grosse Gelehrte gemacht hat.

§. 19. Ich kann auch der Meinung des angeführten italiänischen Schriftstellers nicht beypflichten, welche er in eben der Abhandlung vorträgt; nemlich, daß, in dem das Pulver verfertiget wird, man die Luft nach und nach zusammen preßt, ohne daß man es gewahr wird. Wenn dieses richtig wäre, so würde daraus folgen, daß, wenn man nur die Bestandtheile des Pulvers unter einander riebe, nicht so viel flüssige Materie daraus erzeugt würde, als wenn man eine gleich grosse Quantität davon körnte. Es ist aber ausgemacht, daß sich die Quantität der flüssigen Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, wenigstens nicht

merklich verändert, man mag die Bestandtheile desselben entweder nur blos unter einander gerieben haben, oder, wenn sie gekörnt gewesen, wieder klein stossen. Hieraus scheinet also offenbar zu folgen, daß die Luft blos in den innersten Theilen des Pulvers enthalten ist. Bey demjenigen, was die beyde Gelehrte (§. 7. 9.) in Absicht auf die Entzündung des Pulvers im leeren Raume angemerkt haben, will ich mich hier nicht länger aufhalten, weil schon verschiedene grosse Männer dieses beantwortet, und ich schon in der ersten Abhandlung weitläuftig davon gehandelt habe.

§. 20. Es würde nicht von den geringsten Nutzen seyn, wenn ich mich weiter in der Untersuchung der verschiedenen Meinungen einlassen wollte; ich werde dahero die Eigenschaften des Pulvers etwas genauer untersuchen, und den Antheil zu bestimmen suchen, den ein jeder von den Bestandtheilen, an die Würkungen desselben hat. Da man aber öfters nicht im Stande ist, den Grund und den Zusammenhang der Erscheinungen zu entdecken, wenn man nicht die Wür-

kungen mit einander vergleicht, welche von solchen Ursachen hervorgebracht worden sind, die mit einander in einer gewissen Analogie stehen, so glaube ich nicht unrecht zu thun, wenn ich einige davon mit einander vergleiche, und zwar dieselben dergestalt mit einander verbinde, wie es der Absicht, die ich mir vorgesetzet habe, am gemässesten zu seyn scheinet.

§. 21. Der Salpeter ist ein Mittelsalz, der ausser andern Eigenschaften auch diejenige hat, daß er sich auflöset, so bald eine phlogistische Materie denselben berühret, und sich mit dem Acido sehr genau verbindet, welches sich von demselben absondert, wie solches in der Chymie hinlänglich bekannt ist. In der Folge werde zeigen, daß die Würkungen des Pulvers lediglich diesem Umstande zuzuschreiben sind. Die Herrn Boyle, Halles, Muschembroeck, und verschiedene andre Naturforscher haben gefunden, daß sich aus dem Salpeter eine elastische flüssige Materie entwickelt, so bald derselbe aufgelöset wird; sie haben sich so gar bemühet, die Quantität derselben aufs genaueste zu bestim-

men, und sind beynahe alle der Meinung, daß sie nichts anders als eine natürliche Luft sey. Herr Halles unter andern zweifeilt daran im geringsten nicht (o), Herr Boyle aber, um sich zu überzeugen, daß die Luft nothwendig erfordert wird, wenn sich dieses Salz kristallisiren soll, that einen Versuch, um zu sehen, ob sich der Spiritus nitri mit dem Sal tartari in einer Phiole verbinden würde, aus der er vorhero die Luft weggenommen hatte (p). Da er aber fand, daß sich diese Vermischung nach Verlauf einiger Zeit, nicht in Kristallen ansetzte, so schloß er daraus ganz richtig und mit vieler Scharfsinnigkeit, daß die Luft nothwendig dazu erfordert würde.

§. 22. Wenn man diese Vermischung in einem Gefässe vornimmt, welches auf allen Seiten zu geschlossen ist, so wird man bey Gelegenheit der Effervescenz, welche dabey erfolget, gewahr, daß das Quecksilber im Barometer herabfällt, nachhero aber wieder in die Höhe

(o) Stat. des veg.
(p) Op. omn. Tom. 2.

steiget, und sich allezeit wagerecht setzet. Hieraus lässet sich also schliessen, daß sich gleich zu Anfange sehr viel Luft entwickelt, die nachhero wieder verzehrt wird. Man könnte also mit allem rechte fragen, ob nicht die Theile dieser Materien, welche sich in einer heftigen Bewegung befinden, um sich mit einander zu vereinigen, eine solche Wärme erregen, wodurch die Luft Gelegenheit bekommt, sich aus dem innersten dieser Materien herauszuwickeln, und ob sich dieselben nicht zu der Zeit, wenn sich die Ausdünstung anfängt, wieder mit denselben verbindet? Man kann aber allerdings zweifeln, ob die Wärme, welche durch die Vermischung dieser Materien entsteht, das Fallen des Quecksilbers verursacht, in dem sie die Luft ausdehnet, und daß das Quecksilber wieder in die Höhe steiget, nachdem die Luft ihre natürliche Verfassung wieder angenommen.

§. 23. Nun kann man in Ansehung dieser beyden Punkte, freylich nichts ohne eine Reihe von Erfahrungen entscheiden, die nicht allein auf das scharfsinnigste angestellt werden müssen,

sondern auch eine sorgfältige Untersuchung von solchen Personen erfordern, deren Verstand auf eine ganz vorzügliche Art aufgekläret ist. Ich werde mich inzwischen begnügen, der allgemeinen Meinung der meisten Naturforscher zu folgen, und dieselbe mit einigen wahrscheinlichen Gründen zu unterstützen suchen. Vielleicht habe ich Gelegenheit diese Materie noch einmal vorzunehmen, und sie alsdenn vollständiger abzuhandeln, besonders da ich hoffe das Vergnügen zu haben, dasjenige zu lesen, was der (§. 9.) angeführte Herr Verfasser uns darüber nach seinen Versprechen liefern wird; und ich werde aus seinen Entdeckungen allen Nutzen zu ziehen suchen, um meine Unternehmung desto glücklicher auszuführen.

§. 24. Der Fall des Quecksilbers und des Wassers geschiehet sehr geschwinde, und dieses letztere wird wegen seiner geringern besondern Schwehre etliche mahl hinter einander aus dem Heber geworfen. Gleich im Anfange erfolgen einige Oscillations, und hierauf setzet sich die flüssige Materie in den beyden Schenkeln wa=

gerecht; weil aber doch eine ziemliche Zeit vorbey geht, ehe die flüssige Materie eine wagerechte Stellung annimmt, so sollte man fast glauben, daß dieses von der Luft herrührte, welche sich entwickelt hat, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß die Luft, welche in dem Recipienten enthalten, so viel Zeit braucht, um ihren ersten Zustand wieder anzunehmen, und es kann leicht möglich seyn, daß die Luft, welche erzeugt worden, weit schwehrer und auch nicht so geschwinde absorbirt wird. Wir haben davon verschiedene Beyspiele an der Verzehrung, welche durch die schweflichten Dünste hervorgebracht wird, und an derjenigen selbst, welche auf die Entzündung des Pulvers erfolget, die, wie wir gesehen (q), verschiedene Tage hinter einander währet. Endlich habe ich selbst bey allen den Versuchen, die ich mit sehr gut verkütteten Gefässen vorgenommen, gefunden, daß sich nur allemal ein Theil der Vermischung in Salz verwandelt, und dieses nach langer Zeit erstlich, ich habe hernach das übrige, was noch

(q) Man sehe oben die Anmerkung (k).

flüssig war, an der freyen Luft gesetzet, welches sich denn ebenfalls in Salz verwandelt. Auf dem Boden desjenigen Gefässes, in dem ich das andre gesetzt hatte, worinnen sich diese verschiedene Substanzen mit einander vermischen sollten, fand ich allezeit eine Quantität Feuchtigkeit, welche meiner Meinung nach nichts anders war, als Dünste, welche sich kondensirt hatten.

§. 25. Die Luft, welche erzeugt wird, wenn sich diese beyde flüssige Materien mit einander vermischt haben, sollte von rechtswegen von derjenigen, welche sich aus dem Pulver entwickelt, in nichts weiter unterschieden seyn, als darinnen, daß sich mit derselben keine schweflichte Dünste vermischt befinden. Wenn nun die üble Beschaffenheit dieser Art von Dünste die Ursach ist, warum das Feuer auslöscht, so müßte die Flamme in dergleichen Luft nichts leiden; dieses aber geschiehet dem allen ohngeachtet nicht, denn wenn man in dem Gefäß, worinnen sich diese beyde Materien mit einander verbinden sollen, ein angezündetes Licht anbringet, so löscht die Flamme den Augenblick

aus. Ich habe mich durch viele hinter einander angestellte Versuche von der Würklichkeit dieser ganz besondern Erscheinung überzeugt (r).

§. 26. Dieses Phänomenon scheinet nichts anders als eine Folge von der Theorie zu seyn, welche (in den Commentariis der Turiner Akademie 1ter Th. pag. 22.) über die Ursach der Verlöschung der Flamme und des Feuers in verschlossenen Behältnissen vorgetragen wird; denn die Luft, welche aus den Substanzen herausgetrieben wird, und diejenige, welche sich in dem Gefässe befindet, leidet von der Wärme, welche durch die Vermischung dieser Materien erregt wird, verschiedene Veränderungen, eben so als wenn sich dieselbe um einen Körper befände, der bis auf eben dem Grad erhitzet wäre, oder vielmehr, wenn man demselben diesen Grad durch Hülfe eines äusserlichen Feuers mittheilte, welches eben eine gleich grosse Intensität hätte.

(r) Ich glaube, daß es überflüssig seyn würde, alle die Verrichtungen zu beschreiben, welche diese Versuche erfordern, die an sich leicht nach zu machen sind.

§. 27. Man darf sich also gar nicht wundern, daß der Herr Muschembroeck nicht vermögend gewesen ist, die Flamme in denjenigen Arten von Luft zu unterhalten, welche durch die Kunst hervorgebracht werden; denn da er sich beynahe der Methode des Herrn Halles bediente, so hieng der Erfolg von ihren Versuchen von eben dieser Ursach ab. Dieses wird noch durch die Versuche bekräftiget, welche ich in eben der Absicht angestellt hatte; ich verband nemlich in einem fest verschlossenen Recipienten destillirten Weinessig mit Spirito Salis ammoniaci (s), einige Zeit nach dem die Effervescenz geschehen war, brachte ich ein angezündetes Licht darunter, und ich konnte nicht gewahr werden, daß es die mindeste Veränderung gelitten.

§. 28. Es ist ausser Zweifel, daß die Luft, welche aus einem Körper, es sey was vor einer es wolle, durch die Kraft des Feuers oder durch

(s) Die Vermischung des Spiritus nitri mit dem Spirito Salis ammoniaci verursacht eine Effervescenz, welche man kalt nennet, weil man dabey in der That keine sonderliche Wärme gewahr wird.

eine innerliche Wärme hervorgebracht wird, im geringsten nicht geschickt ist, die Flamme und das Feuer zu unterhalten; und daß alle die Hülfsmittel, deren man sich bedienet um diese Arten von flüssigen Materien zur Respiration geschickt zu machen, und ihnen ihre Elasticität zu erhalten, im geringsten nichts dazu taugen, das Feuer zu unterhalten. Weil nun, nach der festgesetzten Theorie, die Hitze die Luft dergestalt verändert, daß sie nicht ihre ersten Eigenschaften wieder erhalten kann, ohne sich, so zu sagen, wieder gänzlich zu verneuen, und daß man ihr also vermittelst dem Eise verschiedene Stunden hinter einander eine heftige Kälte beybringen muß; so kam ich auf den Einfall dieses Mittel auch an diese Arten von flüssigen Materien zu versuchen. In dieser Absicht war ich bedacht eine ziemliche Quantität von der flüssigen elastischen Materie zu bekommen, welche aus dem Pulver erzeugt wird, und behielt sie in einem zur Untersuchung dienlichem Gefässe auf. Hierauf brachte ich in der flüssigen Materie, welche ich noch nicht gereiniget hatte, ein bren-

nendes Licht, aber kaum hatte es sich derselben genähert, so wurde es auch den Augenblick ausgelöscht. Hierauf schloß ich das Loch durch Hülfe einer dazu verfertigten Platte so geschwinde und feste zu als möglich; und legte um das Gefäß eine gute Quantität Eis, und auf diesem wieder Salmiack, und that nach und nach immer mehr Eis und Salmiack, hinzu. Nach Verlauf von 12 Stunden machte ich das Loch wieder offen, ohne das geringste Geräusch zu erregen, und brachte das Licht aufs neue wieder in dem Gefäß, welches denn darinnen eben so gut fortfuhr zu brennen, als wenn es in freyer Luft gestanden hätte. Eben dergleichen Versuche nahm ich mit der Luft vor, welche durch die Effervescenz des Salis tartari mit spirito Nitri verdorben worden, und der Erfolg war allemal einerley (t).

(t) Ich habe in der ersten Abhandlung so deutlich als möglich die Gründe aus einander gesetzet, warum die flüssige elastische Materie, welche aus dem Pulver wird, ohngeachtet dieselbe nichts anders als reine Luft ist, nicht geschickt ist das feuer zu unterhalten; und sie waren

§. 29. Aus allem demjenigen, was ich bishero gesagt habe, folget also: daß die Mittel, deren man sich bedienet, um der Luft die fortdaurende Elasticität zu verschaffen, und sie zur Respiration der Thiere geschickt zu machen, im geringsten nicht geschickt sind, ihr diejenige Ei-

vor sich allein hinreichend, den zweyten Einwurf des Herrn Muschembroecks zu heben, und meiner Meynung einen desto grössern Nachdruck zu geben, besonders da ich dieselbe durch eine gute Anzahl von Erfahrungen unterstützet habe. Da ich indessen so glücklich gewesen bin, den Grund zu der Theorie eines so wichtigen Theiles der Physik zu legen, und ich nicht blos zufrieden war, die wahre Ursach zu entdecken, warum in verschlossenen Behältnissen die Luft dergestalt verdorben wird, daß sie nicht mehr geschickt ist, dem Feuer die erforderliche Nahrung zu geben, sondern auch Mittel gefunden habe, ihr diese Eigenschaft wieder zu verschaffen, so hielte ich es vor nothwendig Versuche anzustellen, durch die ich das, was ich behauptet, mehr und mehr befestigen konnte, besonders da meine Absicht bey Untersuchung dieser wichtigen Materie auch dahin gerichtet war, den Schwierigkeiten des gedachten Schriftstellers zu begegnen.

genschaft wieder zu geben, welche erforder wird, wenn dadurch das Feuer unterhalten, und ihm Nahrung gereicht werden soll. Denn der Rauch, und die aufsteigende Dünste verderben in der Luft die beyden ersten Eigenschaften, und die Hitze benimmt ihr die letztere völlig; Weil nun alle diese Ursachen bey der Entzündung des Pulvers zusammen kommen, so müssen alle diese Eigenschaften der Luft nothwendiger Weise alle die vorhin angezeigte Veränderungen leiden.

§. 30. Nach dem ich diesen Grundsatz, welcher statt findet, wenn ein Behältniß mit Luft angefüllt ist, festgesetzet hatte, so wollte ich auch die Würkungen untersuchen, welche erfolgen würden, wenn man einen Theil Luft unter dem Recipienten wegnimmt. In dieser Absicht brachte ich nach der Methode, deren sich die Naturforscher bedienen, in dem Recipienten eine kleine Phiole, die ich mit Spiritu nitri angefüllt hatte, dergestalt an, daß man durch Hülfe eines Stabes, der durch den Kopf des Recipienten gieng, diese flüssige Materie in einem Gefässe giessen konnte, welches ich mit Oleo tartari an-

gefüllt hatte, ohne daß man besorgen durfte, daß Luft in dem Recipienten kommen würde. Ich nahm ohngefähr die Hälfte Luft unter dem Recipienten weg, und saturirte hernach die Vermischung. Diese beyde Materien vermischten sich mit einer ausserordentlichen Effervescenz, dergestalt, daß die ganze Vermischung überlief, und sich mit einem kochenden Geräusch auf dem Teller der Luftpumpe ausbreitete. Die Oscillations erfolgten wie gewöhnlich, und nach dem die Bewegung aufgehöret hatte, so fieng das Quecksilber, welches in dem Schenkel, welcher der freyen Luft ausgesetzt war, stehen geblieben war, in dem andern Schenkel wieder an zu steigen, und blieb beynahe auf eben der Höhe stehen, auf der es vor der Vermischung gekommen war. In diesem Zustande lies ich alles eine ziemliche Zeit über stehen, da aber keine Veränderung in dem Stande des Quecksilbers vorgieng, so wurde ich gewahr, daß sich das Salz nur hin und wieder in geringer Quantität angesetzet hatte, dahero setzte ich die ganze Mixtur an der freyen Luft, an der sich denn das Salz völlig formirte.

§. 31.

§. 31. Ich wiederholte diesen Versuch zweymahl hintereinander, um ein Licht unter dem Recipienten zu bringen, welches sich unter demselben ohne auszulöschen erhielt. Man kann aber leicht den Grund davon einsehen. Indem man nemlich das Loch in dem Teller wieder aufmacht, so dringet ein gut Theil natürlicher und frischer Luft mit in dem Recipienten, und ersetzet also wieder diejenige, welche vorhin war weggenommen worden.

§. 32. Aus allem demjenigen, was ich hier angeführet habe, siehet man, daß, indem man diese beyde flüssige Materien mit einander vermischet, sich daraus einige Luft entwickelt, die aber hernach wieder völlig verzehrt und absorbirt wird; und daß der Salpeter, der von dem Nitro, welches generirt wird, nur darinnen unterschieden ist, daß er blos von der Natur hervorgebracht wird, eine grosse Quantität Luft in sich enthält. Da dieses nun in so weit seine Richtigkeit hat, und noch durch eine Menge anderer Versuche, welche von den Naturkündigern angestellt worden sind, bestättiget wird, so

wollte ich mich doch auch überzeugen, ob der Salpeter an und vor sich selbst die Eigenschaft hat, daß er sich ausdehnet, und in dieser Absicht stellte ich einen Versuch an, davon ich die Beschreibung hier geben will.

§. 33. Ich versiegelte in einer gläsernen Phiole eine Quantität Salpeter hermetisch so daß dieses Salz ohngefähr $\frac{1}{3}$ von dem ganzen Inhalt des Gefässes ausmachte. Hernach setzte ich dieselbe aufs Feuer, welches ich nach und nach immer stärker machte, dergestalt daß sich die Luft nach und nach entwickeln konnte, ohne gleich bey dem Anfang der Operation eine allzu plötzliche und starke Verdünnung zu leiden, aber mit der Zeit doch ziemlich verdünnet wurde. Da also die Luft, welche in dem Salpeter eingeschlossen war, nach und nach gezwungen wurde sich völlig zu entwickeln, so wurde nach Verlauf von 5 bis 6 Minuten die Phiole mit einem ziemlichen Getöse zersprengt. Ich faßte dahero den Entschluß diesen Versuch zu wiederholen, zu gleicher Zeit aber nahm ich eine andre gläserne Phiole, und verschloß dieselbe

mit einem guten dichten Propfen von Kork, den ich mit aller Gewalt herein trieb, setzte sie hierauf zu gleicher Zeit mit der andern, die ich hermetisch versiegelt hatte, aufs Feuer; so wurde einige Zeit vorher, ehe diese letztere zersprengt wurde, der Propfen aus der erstern bis auf einer ziemlichen Höhe geworfen, so daß er drey Fuß von der Kohlpfanne nieder fiel.

§. 34. Sobald der Propfen herausgeworfen war, drang etwas von dem Salpeter, welcher auf dem Boden der Phiole flüssig geworden war, mit einem ziemlichen kochendem Geräusche herauf, woraus denn folgt, daß der Salpeter die Eigenschaft hat, daß er die Gegenstände, welche demselben Wiederstand leisten, aus dem Wege zu treiben sucht, so bald die Luft, welche in demselben eingeschlossen ist, durch das Feuer die Freyheit bekommt, sich auszuwickeln, ohngeachtet sich derselbe noch nicht entzündet.

§. 35. Der Zucker hat auch diese Eigenschaft aber nicht in einem so hohen Grade. Ich nahm mit demselben eben dergleichen Versuche vor, ohngeachtet sich nun seine ausdehnende

Kraft nicht so geschwinde zeigte, noch solche gewaltsame Würkungen hervorbrachte, so wurde gleichwohl die Phiole zerbrochen, und der Propfen in die Höhe geworfen. Es würde vielleicht nicht unrecht seyn, wenn man sich die Mühe nähme, alle diese essentiellen Salze (Salia essentialia) etwas genauer zu untersuchen; vielleicht habe ich Gelegenheit, dieses einander mahl vorzunehmen.

§. 36. Der Schwefel enthält ein Acidum vitriolicum, und eine phlogistische Materie, und hat eine Menge Eigenschaften, die hinlänglich genug bekannt sind. Der berühmte Herr Stahl hat sich durch eine genaue und sorgfältige Untersuchung desselben, besonders hervorgethan. Herr Halles, Muschembroeck und verschiedene andre Naturforscher sind der Meinung, daß die Dämpfe, welche aus dem Schwefel erzeugt werden, die Luft in sich ziehen, und so zu sagen verzehren.

§. 37. Diese beyde grossen Männer wollen durch die Versuche, welche dieselben angestellt, diesen Punkt entschieden haben. Da aber diese

Erfahrungen nicht entscheidend genug sind, weil der Schwefel, wenn er ausserhalb dem Recipienten angezündet wird, Gelegenheit giebt, daß sich die Luft, welche denselben umgiebt, verdünnet, und das Wasser ziemlich merklich steigen muß, wenn dieselbe wieder kalt wird; so hielt ich vor rathsam den Schwefel durch Hülfe eines Brennspiegels anzuzünden, und so bald er aufgehört hatte zu brennen, ließ ich alles 2 Tage über in der Verfassung stehen, und wurde gewahr, daß das Quecksilber an $\frac{2}{7}$ von einer Linie über den wagerechten Stande in die Höhe stieg. Dieses Aufsteigen des Quecksilbers geschah in einer Zeit von weniger als 4 Stunden, und dabey wurde ich auch gewahr, daß während der Zeit, da der Schwefel brennte, das Quecksilber in der Röhre etwas herunter fiel, welches mich auf die Gedanken brachte, daß sich etwas Luft entwickelte. Da ich aber die Flasche so stellte, daß von den Sonnenstrahlen weiter keine darauf fallen konnten, als diejenigen, welche erfordert würden, um durch Hülfe des Spiegels den Schwefel in Brand zu brin-

gen, so wurde ich einen grossen Unterschied in dem Fall des Quecksilbers gewahr, welchen Umstand ich um desto geneigter bin der blossen Verdünnung der Luft zuzuschreiben, weil das Quecksilber sichtbarlich gleich wieder in die Höhe stieg, und auch in der wagerechten Stellung blieb, so bald ich die Flasche in Wasser stellte, welches mit der äusserlichen Luft einerley Grad der Wärme hatte.

§. 38. Die Kohlen sind die dritte Substanz, welche mit unter die Bestandtheile des Schießpulvers gehört. Sie sind sehr poröse, und man glaubt, daß davon die bräunlichte oder schwärzlichte Farbe herrühret, welche dieselben haben, und ein berühmter Naturforscher (u) hat angemerket, daß ihre Perosität eben der Grund ist, warum sie so leicht Feuer fangen: Sie bestehen übrigens aus erdichten, groben und phlogistischen Materien. Sie geben uns eben keine Gelegenheit zu weitern Betrachtungen, ich will daher dasjenige beschreiben, was ich durch die verschiedene Arten von Zusammen-

(u) Boher. Chem.

setzungen und Vermischungen, die ich versucht, heraus gebracht habe, und dabey suchen, alle Umstände aus einander zu setzen.

§. 39. Wenn man zwey gleiche Theile von Schwefel und Salpeter nimmt, und dieselbe in einen Schmelztiegel thut, und hernach über das Feuer setzet, oder sie gleich in einen glühenden Schmelztiegel thut, so bekommt man eine Art von geschmolznen Zeuge. (Fusée.)

§. 40. Nimmt man Kohlen anstatt den Schwefel, und wirft diese beyde Materien in einen glühenden Schmelztiegel oder läßt denselben nach und nach glühend werden, so entsteht eine Explosion und die ganze Masse verbrennt auf das geschwindeste; diese Verbrennung oder Deflagration ist weit stärker als die erste.

§. 41. Wenn man den Schwefel und die Kohlen stark und gut unter einander reibet, so wird der Schwefel weit eher verzehrt, als wenn sich derselbe alleine befindet. Sind die Kohlen nicht klein wie Staub gestossen, so werden sie von der Flamme, die aus dem Schwefel her-

vorgebracht wird zwar umgeben, sie fangen aber doch nicht Feuer, und wenn die Kohlen würklich schon vorhero glühend sind, so verlöschen sie nach und nach, während der Zeit, da der Schwefel schmelzt und in Brand geräth. Wirft man endlich eine Kohle in den geschmolznen Schwefel, so wird dieselbe von der ganzen Flamme, die sich auf der Oberfläche befindet, beynahe in Gestalt eines Kegels umgeben.

§. 42. Man erhält die beste Vermischung oder den besten Satz zu dem Pulver, wenn man 7 Theile Salpeter, 1 Theil Schwefel und 1 Theil Kohlen nimmt. Diese Verbindung zeigt schon alle Phänomena, die man bey dem Pulver gewahr wird, ohngeachtet dieselbe noch nicht bearbeitet worden.

§. 43. Ich darf auch hier nicht mit Stillschweigen übergehen, daß sich das Pulver allemahl entzündet, die Luft mag beschaffen und mit so viel fremden Materien angefüllet seyn, als sie will. Ich habe mich davon durch verschiedene Versuche zu überzeugen gesucht, und einmal habe ich das Pulver in einem Behältnisse

angezündet, welches mit dem Rauch einer Wachskerze angefüllet war; ein ander mahl zündete ich es in einer Flasche an, die vorhero schon mit dem Dampfe angefüllet war, der durch die Entzündung des Pulvers hervorgebracht wird, und endlich brachte ich dasselbe in einem Behältnisse in Brand, welches voller schweflichter Dünste war. Die beyde letzte mahle währete es freylich länger, ehe sich dasselbe entzündete, und daran waren vermuthlich die schweflichte Dünste schuld, welche einen Theil der Luft fixirt hatten.

§. 44. Weil sich die Vermischung, welche aus Schwefel und Salpeter bestehet, weit langsamer entzündet, als eine Vermischung, welche aus Kohlen und Salpeter bestehet, so glaube ich, kann man daraus schliessen, daß die phlogistische Materie die in den Kohlen enthalten ist, sich weit leichter und geschwinder als diejenige, die sich im Schwefel befindet, von den groben erdichten Theilen absondert, mit denen sie verbunden ist, um sich mit dem Acido nitri zu vereinigen und die Detonnation hervorzubringen;

denn das Phlogisticum in dem Schwefel, wird schon von der Vitriolsäure zurück gehalten, mit der er sich in einer genauen Verwandschaft befindet.

§. 45. Wenn man betrachtet, daß sich diese letztere Vermischung weit leichter und plötzlicher Zeit entzündet, wodurch sie doch wenigstens eine ungleich stärkere Kraft bekommen muß: wenn man ferner bedenket, daß der Schwefel den Schießgewehren vielen Schaden zu füget, so sollte man fast glauben, daß man sich des Pulvers ohne Schwefel nicht anders, als mit vielen Nutzen bey verschiedenen Gelegenheiten bedienen könnte (x).

(x) Die Versuche und Erfahrungen, welche ein sehr geschickcter Mann in dieser Absicht angestellet, bestätigen diese Vermuthung auf eine sehr gründliche Art; in der Encyclopedie setzt er dieses unter dem Titel; Feu artificiel (Lustfeuer) weitläuftig aus einander. Die Versuche, welche er angestellet, um diesen Punkt zu entscheiden, scheinen würklich entscheidend genug seyn. Ich will es also gern hier unterlassen, die übrigen Gründe erst lange zu zeigen, welche mich bewogen haben, diesen Satz vorzutragen. Man kann am angeführten Orte seiner Wißbegierde völlig ein Genüge leisten.

§. 46. Die Art, auf welche die Würkungen des Pulvers hervorgebracht worden, ist demnach folgende. So bald der Schwefel sich entzündet, so theilet derselbe den zu Pulver gestossenen Kohlen die Flamme mit, und durch Hülfe derselben bekommt das Feuer eine stärkere Kraft, und theilet dem Salpeter einen weit stärkeren Grad der Hitze mit, und durch die Würkung der phlogistischen Materie, welche sich mit dem Acido, was in demselben enthalten ist, verbindet, wird derselbe mit einem ziemlich starken Geräusche aufgelöset, und vermöge der Würkung und Gegenwürkung der erzeugten Luft, und derjenigen, welche die ganze Masse umgiebet, wird das Feuer in den Pulverkörnern weiter fortgepflanzet. Dieses dienet auch dazu, um zu beweisen, wie der Herr Ritter d'Ascy (y) und ich schon in der ersten Abhandlung (§. 16.) angemerket, daß die Entzündung des Pulvers und die völlige Verbrennung desselben nur nach und nach geschiehet (z). Man kann bey

(y) Mem. de l'Acad. des Scienc. de Paris 1750.

(z) Bey allen den Rechnungen, durch die man die Geschwindigkeit hat bestimmen wollen, die

dieser Gelegenheit anmerken, daß diese Vereinigung nichts anders als durch die genaue Verwandtschaft und Affinität der Materien geschiehet, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sich die Luft eben so geschwinde entwickelt, als das Acidum verflieget, und dahero ist eben die Kraft, durch deren Würkung diese beyde Substanzen gezwungen werden sich mit einander zu verbinden, eben diejenige, welche den Grad der Affinität bestimmet.

§. 47. Da wir nun §. 35. gesehen, daß der Zucker auch die Eigenschaft hat, daß er sich ausdehnet, und folglich auch die Gegenstände aus dem Wege zu treiben sucht, welche sich dieser Ausdehnung wiedersetzen, so habe ich doch noch

eine Kanonkugel von der Gewalt des Pulvers bekommt, oder durch die man die absolute Gewalt des Pulvers hat bestimmen wollen, wird angenommen, daß die Entzündung des Pulvers in einem Augenblick vor sich gehet. Da man sich nun nicht die Mühe genommen, sich von der Wahrheit dieses Satzes durch die Erfahrung zu überzeugen, so kann man daraus schliessen, daß diese Calcul nicht ohne allen Fehlern seyn können.

auf keine sichre Art finden können, daß dieses auf eine plötzliche Art geschähe, und ohngeachtet ich denselben zu verschiedenen mahlen in verschiedenen Verhältnissen mit Schwefel und Kohlen vermischte, so fieng er doch nur langsam an zu schmelzen, wenn er Feuer fieng.

§. 48. Wenn man fette und öhligte Materien, als Talg, Wachs und verschiedene Harze mit dem Salpeter verbindet, so erhält man dadurch eben die Würkungen als wenn man Kohlen mit Salpeter verbindet, und sie würken auch nicht eher als bis sie durch die Gewalt des Feuers in eine Art von Kohlen verwandelt worden. Der Kampfer ist zwar auch mit den vorigen Materien von einerley Natur, weil sich aber derselbe so leicht und geschwinde entzündet, und sich nicht so verwandeln kann, wie die andern, so verschaft er dem Salpeter nicht eine so plötzliche und gewaltsame Deflagration, denn die ganze Vermischung entzündet sich bey einem sehr mittelmässigen Grad der Wärme.

§. 49. Aus demjenigen, was ich in dem vorhergehenden Sphen angezeigt habe, folget

also ganz augenscheinlich, daß die Materien, welche zu den Bestandtheilen des Pulvers genommen werden sollen, so beschaffen seyn müssen, daß sie sich in Kohlen verwandeln lassen, wenn sie mit dem Salpeter zugleich Feuer fangen und deflagriren sollen: nemlich sie müssen sich durch die Würkung des Feuers von dem wäßrichten Theilen und den andern Elementen loßmachen können, und die phlogistische Materie muß mit keinen andern als erdichten Theilen vereinigt seyn. Hieraus läßt sich auch mit vieler Wahrscheinlichkeit schliessen, daß die andern Elemente, die Eigenschaft haben, daß sie die phlogistische Materie zurück halten und verhindern, daß dieselbe nicht ihre Würkung offenbaren kann; und in der That haben wir gesehen, daß der Schwefel, wenn die phlogistische Materie, welche sich in demselben befindet, durch die Vitriolsäure stark zurück gehalten wird, mit dem Salpeter weit langsamer deflagrirt (§. 44.) als die Kohlen, wenn sie mit dem Salpeter vermischt werden (§. 40.).

§. 50. Wenn man gleich den Zucker mit fetten Materien vermischt, so geschieht doch keine Explosion, eben so wenig als durch andre Substanzen die übrigens eine grosse Quantität Luft in sich enthalten. Man sollte dahero auf die Vermuthung kommen, daß der Zucker eben wie diese andern Materien, deswegen nicht deflagriren kann, weil sich in der ganzen Vermischung kein hinlänglicher Grad der Affinität befindet, welcher die Auflösung plötzlich hervorbringen, und also die Luft, welche eingeschlossen ist, geschwinde genug in Freyheit setzen kann, ohngeachtet das Feuer und die Wärme alle ihre Würkungen zeigen. Von andern, als den Kampfer, läßt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit schliessen, daß dieses darum nicht geschiehet, weil sich dieselben so leichte entzünden, und also den andern Materien nicht Zeit genug lassen, den gehörigen Grad der Wärme zu bekommen, welcher erfordert wird, wenn sich dieselben auflösen sollen. Denn wenn man Kampfer in die Stelle des Schwefels zu dem Satze nimmt, aus dem das Schießpulver verfertiget werden

soll, so bekommt die ganze Vermischung weit weniger Kraft, als wenn man Schwefel und Salpeter nimmt.

§. 51 Da das Knallpulver mit der Materie, welche ich bishero abgehandelt habe, in genauer Verwandtschaft stehet; so halte ich es vor billig, dasselbe jetzt zu einem Gegenstande meiner Betrachtungen zu machen.

§. 52. Die Explosion des Knallpulvers wird wie solches jedermann bekannt ist, von einer heftigen Detonnation begleitet, die unendlich stärker ist, als diejenige, welche man bey dem Schießpulver gewahr wird. Man hat ferner angemerket, daß indem sich dasselbe auflöset, es in dem metallenen Löffel, in den man es schüttet, um es dem Feuer auszusetzen, ein Loch machet, dahero auch verschiedene Naturforscher geglaubt haben, daß diese Art Pulver eine besondere Richtung nach unten zu hätte. Andre, welche das entsetzliche Knallen haben erlären wollen, wodurch dessen Explosion begleitet wird, haben geglaubt, daß diese ausserordentliche Erscheinung daher rührete, weil sich eine

eine weit grössere Quantität flüssiger Materie entwickelte. Inzwischen bemerket der Herr Halles mit vieler Gründlichkeit, daß dieser Zuwachs nicht durch die grössere Quantität Luft hervorgebracht wird, welche sich entwickelt; sondern er schreibt demselben den Sal tartari zu, welches im Feuer beständig ist, und davon die Luft sich nicht anders losmachen kann, als wenn ein starker Grad der Wärme angebracht wird.

§. 53. Ohne mich nun erst lange bey der Beschreibung aller der Erfahrungen aufzuhalten, welche ich damit angestellet habe, will ich nur blos dasjenige hier anführen, was beständig der Erfolg von denselben gewesen ist.

I.

Wenn man das Knallpulver, auf eben die Art wie das Schießpulver anzündet, so decrepitirt dasselbe ohne die geringste Detonnation, und es kostet viele Mühe ehe man es in Brand bringet.

II.

Damit es sich auflösen kann, muß es erst anfangen zu schmelzen, und dieses allemahl, es

sey in freyer Luft, oder in einem Behältniß aus dem die Luft genommen worden.

III.

Die flüssige elastische Materie, welche daraus erzeugt wird, hat beynahe eben die Eigenschaften, welche man an derjenigen gewahr wird, die sich aus dem Schießpulver entwickelt. Sie ist zur Respiration höchst schädlich, sie behält aber ihre völlige Elasticität und ist auch gar nicht geschickt das Feuer zu unterhalten. Dieses darf man sich gar nicht befremden lassen, denn ich habe schon vorhin in dieser und in der ersten Abhandlung gezeigt, daß die schweflichten Ausdünstungen die Ursach davon sind.

IV.

Diese Vermischung, welche mit einer so erstaunenden Gewalt in freyer Luft detonnirt, und die im Stande ist einen metallenen Löffel zu durchbohren, macht in dem leeren Raume aber nicht das geringste Geräusch, und ist nicht einmal im Stande eine ganze dünne gläserne Flasche zu zersprengen. Ich habe diese Erfahrung

um so mehr mit aller möglichen Behutsamkeit und Sorgfalt angestellet, da dieselbe dazu dienen sollte, verschiedene Sachen aufzuklären. Die Geräthschaften, deren ich mich dazu bediente, waren inzwischen sehr einfach. Ich nahm nemlich eine Flasche, in der ich dieses Pulver schüttete, und verküttete dieselbe ganz feste an einer langen gläsernen Röhre, die in einen kleinen Recipienten herein gieng, an dem ein Barometer angebracht war. Nachdem ich die Luft so weit verdünnet hatte daß das Quecksilber in dem Barometer ohngefähr bis auf einer Höhe von 27 Zoll gestiegen war, so setzte ich die Flasche auf ein Becken, welches voller glühender Kohlen war. Nach einiger Zeit schloß ich aus dem Lichte, welches aus dem Pulver hervor brach, daß sich dasselbe auflösete Ich ließ das Barometer nicht aus den Augen, und wurde gewahr, daß anfänglich das Quecksilber sehr tief herab fiel, nachgehends aber merklich wieder in die Höhe stieg. Endlich fand ich zu der Zeit, da die erzeugte flüssige Materie mit der äusserlichen Luft einerley Grad der Wärme

haben mußte, daß die Menge der flüssigen Materie, welche erzeugt worden, weit geringer war, als diejenige, welche aus einer gleich grossen Quantität Schießpulver würde erzeugt worden seyn, und hieraus läßt sich also mit vieler Zuverlässigkeit schliessen, daß diese grosse Würkungen nicht von einer grössern Menge Luft herrühren können, die sich entwickelt haben sollte.

§. 54. Das Phänomenon, dessen ich vorhin erwähnet, nemlich, daß der Löffel durchbohret wird, ist blos der Grund, aus dem man beweisen will, daß die elastische Kraft dieses Pulvers seine Würkungen nach unten zu offenbaret. Dieses ist indessen so besonders unbegreiflich, daß ich mich nicht vorstellen kann, warum die gewöhnliche Gesetze der Natur hier überschritten werden sollten. Aus dieser Ursach nahm ich mir vor, diesen Vorfall erst durch die Erfahrung zu bestätigen und in sein völliges Licht zu setzen, ehe ich mich entschliessen konnte, mich dabey zu beruhigen.

§. 55. Ich habe (§. 53. IV.) gesagt, daß bey dem Versuch, welchen ich mit diesem Pul-

ver in einer Flasche anstellte, aus der ich die Luft weggenommen hatte, gar keine Detonnation vorgieng, und daß auch das Glas auf keine Weise beschädigt wurde. Ich legte dahero ein ander mahl etwas von diesem Pulver zwischen zwey dünne metallene Platten, die Concav waren, dergestalt, daß der Raum zwischen denselben völlig ausgefüllt war. Hierauf steckte ich dieselben mitten unter glühende Kohlen, da denn nach einiger Zeit eine entsetzliche Detonnation erfolgte, und ich von den Platten nichts weiter als einige kleine Stücken gewahr werden konnte. Um mich aber noch mehr zu versichern, ließ ich zwey kleine Löffel dergestalt verfertigen, daß die äussere Luft, wenn man die innere Höhlung mit dem Knallpulver angefüllt, nicht mehr herein dringen konnte. Hierauf warf ich dieselben ins Feuer, nachdem ich vorhero die gehörige Anstalten getroffen hatte, um den Erfolg zu beobachten, ohne einiger Gefahr ausgesetzet zu seyn. Einige Zeit darauf wurde der oberste Löffel mit einer erstaunenden Gewalt in die

Höhe geworfen, der unterste aber litte nicht den geringsten Schaden.

§. 56. Der Erfolg von diesen Versuchen zeigt also ganz augenscheinlich, daß die elastische Kraft, mit der dieses Pulver begabt ist, nach allen Gegenden gleich stark würken kann. Vergleicht man nun damit dasjenige, was im 54. §phen gesagt worden, nemlich, daß die Phänomena, welche sich in freyer Luft zutragen, in dem leeren Raume ganz wegfallen, so scheint es, daß die Geschwindigkeit mit der sich die in diesem Pulver eingeschloßne Luft entwickelt, so erstaunend groß ist, daß die äussere Luft nicht Zeit genug hat auszuweichen, und die flüssige Materie von Seiten der Luft einen grössern Wiederstand leidet, als von dem Löffel, der schon von der Würkung des Feuers, und den Schwefelschlacken, welche sich währender Zeit angesetzet, sehr vieles gelitten hat. Man findet auch, daß ein eiserner Löffel nicht so geschwinde durchbohret wird, als einer von einem andern Metall.

§. 57. Wenn man betrachtet, daß der Wiederstand eines Mittels allezeit nach einer Verhältniß geschieht, die aus der Verhältniß der Dichtigkeiten und der Geschwindigkeit zusammen gesetzt ist, mit der eine andre flüssige Materie auf dasselbe stößt, und daß das Schießpulver an der Luft nicht einen so grossen Wiederstand antrift, daß es mit eben der Gewalt, wie das Knallpulver auf die Körper zurücke würken könnte, zwischen die es sich befindet, so muß man die Würkung des Knallpulvers der ausserordentlichen Geschwindigkeit zu schreiben, mit der sich die flüssige Materie aus demselben entwickelt, und eben deswegen muß diese Würkung die Würkung des gewöhnlichen Schießpulvers weit übertreffen.

Da also die Geschwindigkeit mit der sich eine flüssige Materie entwickelt, so vieles zu der Würkung derselben beyträget, dergestalt, daß die Würkungen des Knallpulvers der Intensität nach die Würkungen, welche das Schießpulver hervorbringt, weit übersteigen,

so wird man sich gar nicht wundern dürfen, daß, weil sich aus den Materien, deren ich (§. 47. 48.) erwehnet, die flüssige Materie nur sehr langsam entwickelt, ob sie zwar eben so viel und vielleicht noch eine grössere Quantität Luft in sich halten, als das Schießpulver, daß, sage ich, alle diese Materien nicht solche Würkungen hervorbringen können, die den Würkungen des Schießpulvers gleich kommen.

§. 58. Wenn man blos Kohlen und Salpeter mit einander vermischt, so entzündet sich diese Masse weit eher, und deflagrirt weit geschwinder, als wenn man Schwefel und Salpeter zusammen nimmt (§. 34. 24.). Hieraus schliesse ich also, daß ein solches Pulver, zu dem man keinen Schwefel nimmt, weit mehr Kraft haben muß. Auf diese Art würde man nicht allein vieles ersparen, sondern man würde auch dadurch allen den Bequemlichkeiten ausweichen, welche einzig und allein von dem Schwefel herrühren, und davon das Ausschieß-

sen der Zündlöcher eine solche ist, deren man gern überhoben seyn möchte (a).

§. 59. Wenn wir unsere Aufmerksamkeit, auf die Substanzen richten, welche man zu dem Knallpulver nimmt, so werden wir vielleicht im Stande seyn, den Grund von den wunderbaren Würkungen desselben zu entdecken. Wenn man blos Schwefel und Salpeter mit einander vermischt, so bekommt man eine Art Pulver die in einem Schmelztiegel erst sehr langsam zergehet, und nur eine sehr schwache Explosion blicken läßt. Man setze aber zu dieser Vermischung Sal tartari hinzu, so wird man bey der Auflösung dieser neuen Vermischung alle diese ganz besondern Phänomena gewahr werden. Es muß also entweder die Feuchtigkeit oder das alkalinische Wesen, welches in dem Sal tartari enthalten ist,

(a) Man wird von mir nicht erwarten, daß ich diese Theorie hier auf die Artillerie anwenden soll; diese Arbeit würde mehr Zeit erfordern, und man kann in der Artillerie des Herrn Antoni, Directeur der Theoretischen Schulen der Artillerie zu Turin verschiedenes finden, was zu dieser Absicht dienet.

die Ursach der heftigen Explosion und Detonnation seyn. Nun ist es aber die Feuchtigkeit nicht, und dieses aus verschiedenen Gründen. Erstlich darf man nur auf die verschiedene Art und Weise Achtung geben, auf die sich diese Vermischung entzündet, und da wird man gewahr werden, daß sie nicht allein erst ganz trocken wird, sondern auch vorher zu schmelzen anfangen muß (§. 54. n. II.). Die Beschaffenheit, welche das Alkali haben muß, damit diese Art Pulver gut ist, giebt noch einen andern Grund an: dieses muß vollkommen kalcinirt seyn, denn wenn es feucht ist, so thut es nicht eine so starke Würkung. Das, was ich hier sage, kann ich durch eine Art Pulver bestätigen, die ich aus zwey Theilen Salpeter, einen Theil Schwefel und zwey Theilen Sal tartari, welches ich in Kohlen verwandelt, verfertiget. Diese Art Pulver hat ohne Zweifel weit mehr Feuchtigkeiten in sich, als das gewöhnliche Knallpulver, inzwischen detonnirt es nicht mit solcher Gewalt, ohngeachtet es auch in Ansehung der Explosion das Schießpulver weit übertrift.

§. 60. Eine andre Art Knallpulver, welche ich verfertiget, und welches keine Feuchtigkeiten an sich ziehet, und die, so viel ich weiß, noch keinen bekannt ist, giebt mir den dritten Grund zu behaupten, daß die Feuchtigkeit nicht die Würkungen hervorbringt, sondern daß dieselben lediglich dem alkalinischem Wesen zu geschrieben werden müssen. Ich bediente mich zu der Vermischung des Aschensalzes, welches keine wäßrichte Theile in sich hat, und nicht nur die Feuchtigkeiten, die in der Luft enthalten sind, nicht anzieht, sondern davon sich die Krystallen auch wie in ein Mehl verwandeln. Uebrigens nahm ich die Verhälniß unter den Bestandtheilen wie §. 59, weil ich eben nicht diejenige bestimmen wollte, wodurch man die beste Art von diesem Pulver erhält. Ich setzte die ganze Masse wie gewöhnlich aufs Feuer, und sie detonnirte mit eben der Gewalt wie die gewöhnliche Art Knallpulver, ja ich will allemal behaupten, daß die Detonation einen grossen Theil stärker gewesen.

§. 61. Nach diesen Betrachtungen, die wir über dieses Salz angestellt haben, und wenn man bedenkt, daß das Alkali, welches sich darinnen befindet, nach demjenigen, welches man aus der Asche der Erdpflanzen ziehet, das stärkste ist, muß man nothwendiger Weise schliessen, daß die verschiedene Würkungen, welche erfolgen, wenn man eine Vermischung aus Schwefel und Salpeter, und eine andre aus Schwefel, Salpeter und Sal tartari auflöset, keinesweges von der Feuchtigkeit abhangen, sondern das alkalische Wesen eben dasjenige ist, welches dieselben hervorbringet.

§. 62. Inzwischen wollte ich mich doch auch versichern, ob nicht vielleicht andre Ursachen auch das ihrige dazu beytragen, und da schien mir denn gleich der Grad der Wärme eine von denselben zu seyn. In dieser Absicht versuchte ich Schwefelschlacken (Foye de soufre) mit einem Alkali volatile zu machen. Dieses gelung mir, und ich vermischte dieselben mit Salpeter; allein die ganze Vermischung that keine Explosion, und dieses wahrscheinlicher Weise deswegen, weil

die Schwefeltheile verfliegen, ehe sich der Salpeter auflösen kann. Hieraus siehet man also ganz deutlich, daß die Materien, welche zur Vermischung genommen werden, einen gewissen Grad der Wärme müssen erlangen können.

§. 63. Ich halte davor, daß die Würkung des Alkali auf die andern Materien daher rühret, weil während der Zeit, da die Substanzen schmelzen, sich Schwefelschlacken formiren, in denen die phlogistische Materie mit einem Mittelsalze genau verbunden ist, davon es sich weit schwerer absondert, als wenn es sich bey einer Vitriolsäure in dem Schwefel selbst befindet. Eben dahero aber kann sich diese phlogistische Materie weit geschwinder entwickeln, um mit dem Acido nitri zu detonniren, und dieses scheinet noch durch die Versuche bestätigt zu werden, welche ich darüber angestellt.

§. 64. Ich nahm erstlich Kohlen in die Stelle des Schwefels, und es erfolgte nicht der geringste Knall. Da aber in diesem Falle die phlogistische Materie lauter erdichte Theile zur Basin hat, und das Alkali auf dieselben nicht

besonders würket, so wird dadurch die Entwickelung der phlogistischen Materie auf keine Weise befördert.

§. 65. Ich verfertigte hernach verschiedene Arten von Pulver nach verschiedenen Verhältnissen vom Tartaro vitriolato, Kohlen und Salpeter. Dadurch glaubte ich würde vielleicht Schwefelschlacken erhalten, die sich zugleich mit dem Salpeter auflösen, und alsdenn mit dem Knallpulver einerley Würkungen hervorbringen würden. Allein es gelung mir nicht, und die Explosion von dieser Vermischung geschahe weit langsamer, als wenn ich gar keinen vitriolisirten Weinstein dazu genommen hätte. Dieses bringt mich denn auf die Gedanken, daß der Grad der Wärme, welchen der Salpeter haben muß, um sich mit den Kohlen aufzulösen, kleiner ist, als derjenige, der erfordert wird, um die Schwefelschlacken zu machen (b), und daß also die Kohlen

(b) Man begreift leicht, daß man die Schwefelschlacken (Foye du soufre), von denen ich rede, nicht bey einem so mässigen Grade der Wärme machen kann, als man gemeiniglich thut.

mit dem Salpeter detonniren, ehe sich die phlogistische Materie mit dem vitriolisirten Weinstein vereinigen, und die Schwefelschlacken hervorbringen kann.

§. 66. Ich machte ferner verschiedene Vermischungen aus Kohlen und Salpeter, und setzte dazu ein Acidum vitriolicum, das ich mit verschiedenen Basen verbunden hatte, und dieses in der Absicht um eine Art Knallpulver zu erhalten, in welchen die Verbindung der Bestandtheile verschieden seyn sollte. Ich erreichte aber damit eben so wenig meine Absicht als mit dem vitriolisirten Weinstein, und was ich davon gesagt, kann man auch auf diesen letztern Versuch anwenden.

Es bleiben mir noch verschiedene Untersuchungen übrig, welche ich über das Schießpulver, über diese Art Pulver und über der Aehnlichkeit, welche die Knallmetalle mit denselben haben, machen könnte. Ich behalte es mir aber vor, von dem erstern in der Uebersetzung, die ich von dem Werke des Herrn B. Robins, welche durch die Anmerkungen eines der größten Geometer, des

Herrn Eulers, schon bereichert ist, machen werde, etwas umständlicher zu handeln, von den beyden letztern werde ich zu seiner Zeit auch etwas sagen.

Dritte Abhandlung.

Erstes Kapitel.

§. 1.

In den beyden vorhergehenden Abhandlungen bin ich bemühet gewesen, die Natur der flüssigen Materien zu untersuchen, welche sich aus dem Schießpulver entwickelt, so bald dasselbe durch das Feuer aufgelöset wird. Und da ich die Chymie mit der Physik verbunden, so bekam ich dabey Gelegenheit, verschiedene Phänomena, etwas sorgfältiger durchzugehen, und die Meinungen verschiedener Naturkündiger zu prüfen. Die Einwürfe der berühmten Herrn Muschembroeck und Bernoulli, schienen mir die gründlichsten zu seyn, und zu verdienen, daß man sie mit einiger Zuverlässigkeit beantwortete.

Ich

Ich schmeichle mir, daß ich dieses gethan habe, und nunmehro will ich über der ganzen Materie noch einige Betrachtungen und Anmerkungen mittheilen, die ich nach der Zeit Gelegenheit gehabt habe zu machen. Meine Hauptabsicht in dieser Abhandlung ist, verschiedene Wahrheiten durch die Erfahrung theils anzuzeigen, theils zu beweisen, um allerhand Fragen zu entscheiden, die bishero nur so obenhin beantwortet worden, und noch von niemanden auf eine gründliche Art aufgelöset worden sind. Dergleichen sind zum Beyspiele folgende. Welches ist die wahre Würkung der Luft auf das Pulver? Wie werden die würkenden Grundkräfte (Principia activa) des Pulvers bey der Entzündung entwickelt? Ich werde mich auch alle Mühe geben, den Grad der Wärme zu bestimmen, welcher erfordert wird, das Pulver in Brand zu setzen u. s. w. Ich werde mich nicht erst lange dabey aufhalten, alle die Fragen, die ich Gelegenheit haben werde zu beantworten, in gehöriger Ordnung vorzutragen. Einige davon sind mir blos zufälliger Weise eingefallen, und einige scheinen

mir nicht von der Wichtigkeit zu seyn, daß ich meine Leser im voraus darauf aufmerksam machen sollte. Ich werde also nur die vornehmsten hier anzeigen.

I. Werde ich untersuchen, warum sich in dem Luft leeren Raume, ohngeachtet sich das Pulver entzündet, die Flamme von einem Korn auf das andre nicht mit eben der Geschwindigkeit fortpflanzet, als in freyer Luft.

II. Werde ich den Grad der Wärme festzusetzen suchen, welche erfordert wird, das Pulver sowohl in freyer Luft, als in dem Luft leeren Raume anzuzünden, und dieses nach dem Verhältniß und der Beschaffenheit und Güte der Bestandtheile desselben.

III. Werde ich hierauf die Methode anzeigen, deren ich mich bedienet habe, um die Intensität der Hitze in verschiedenen Quantitäten von Pulver in dem mit Luft angefüllten Raume zu messen, um die Würkungen zu bestimmen, welche dieselbe hervorbringen kann.

IV. Werde ich weiter gehen, und von den schweflichten Dünsten, von den Dämpfen, die von dem Pulver, von Lunten und angezündeten Lichtern erzeugt werden, etwas umständlicher handeln, und bey dieser Gelegenheit werde ich allerhand Anmerkungen über die Methode machen, nach der man bey dieser Art Versuchen verfähret.

V. Werde ich dieses alles mit einer Untersuchung beschliessen, die ich von dem Pulver ohne Schwefel gemacht habe.

§. 2. Alle Naturkündiger haben angemerket, daß das Pulver in einem leeren Raume nur sehr langsam und sehr schwer, und in ganz geringer Quantität brennet, die meisten aber sind zufrieden gewesen, diese Erscheinung blos anzuzeigen. Andre haben dieses Phänomenon mit demjenigen vermischt, welches bey allen Arten von Flammen eintrift, und diese Würkung einer besondern Eigenschaft der Luft zu geschrieben. Eine Begebenheit, die ich in meiner zweyten Abhandlung (§. 42.) angeführet, und einige ge-

naue und sorgfältige Betrachtungen über Versuche, die von andern angestellet worden sind, brachten mich auf die Gedanken, daß man in dem Drucke, den die Luft auf die Flamme ausübet, die Ursach davon suchen müßte. In der That habe ich gezeiget, daß sich die Luft in einem Behältniß entzündet, es mag noch so voller unreiner Dünste seyn, und Herr Boyle (a) benachrichtiget uns, daß ein Zünder selbst unter dem Wasser immer fortfährt zu brennen. Die Flamme, welche aus dem Pulver erzeugt wird, erfordert also nothwendiger Weise einen Druck, welcher die Intensität derselben vermehret, und sie zwinget, um die Körner zu bleiben. Die Erfahrung, die ich anführen werde, soll diese Wahrheit ausser allen Zweifel setzen. Sie ist von dem Herrn Ritter d'Antoni in der Absicht gemacht worden, um den Unterschied unter den Quantitäten Pulver zu zeigen, welche sich in dem leeren und in dem mit Luft angefüllten

(a) Boyle Exp. circa. relat. flam. & aer. tit. 3. pag. 164. & 165. . . . Hauksbee, Mariotte und verschiedene andre.

Raume entzünden. Ob nun zwar dieser Versuch nicht in eben der Absicht angestellet worden, die ich eben gezeigt habe, so wird man doch leicht gewahr werden, daß die Anwendung richtig ist, und daß sie besonders dazu dienet, die Theorie, die ich angebe, auf eine ganz entscheidende Art festzusetzen. Ohne mich weiter in die Beschreibung der zu diesem Behuf verfertigten Maschine einzulassen, so ist genug, daß man weiß, daß das wesentliche dieser Maschine, in einer Röhre bestehet, in der das Pulver zu liegen kommt, und die voller Luft bleibt, und durch Hülfe einer Blase oder eines Pergamenendeckels darinnen verschlossen gehalten wird, da man unterdessen die Luft aus dem Recipienten, welcher mit der Röhre Gemeinschaft hat, entweder wegnehmen, oder darinnen lassen kann. Man zündet hierauf das Pulver an, und die flüssige Materie kann sich nicht anders Platz machen, als daß sie die Blase zersprengt (b).

(b) Man findet diese Maschine und den ganzen Versuch, davon der Verfasser hier redet, in der teutschen Uebersetzung des d'Antoni umständlicher beschrieben. Ueb.

Wenn nun aus dem Recipienten die Luft weggenommen worden, so entzündet sich allezeit weit weniger Pulver, als wenn derselbe noch voller Luft ist.

Untersucht man alle Umstände, die bey diesem Versuch zusammen kommen, etwas genauer, so wird man leicht von der Wahrheit desjenigen überzeugt werden, was ich oben angeführt habe. Die Röhre nemlich, in der sich das Pulver befindet, enthält allemahl einerley Quantität Luft, der Recipient, mit welchen dieselbe verbunden ist, mag voll oder leer seyn. In dem Falle also, wenn die Luft unter demselben weggenommen worden, wird die Fortpflanzung des Feuers unterbrochen, weil in dem Augenblick, da die Blase durch die Würkung der elastischen Materie, die sich aus den erstern Pulverkörnern entwickelt, zerrissen wird. Die natürliche Luft, welche in der Röhre eingeschlossen ist, höret auf die Flamme zusammen zu drücken, dieselbe breitet sich alsdenn in einen grössern Raume aus, und da dieselbe dadurch zu gleicher Zeit sehr verdünnet wird, so hat sie

nicht mehr den erforderlichen Grad der Hitze, die noch übrige unentzündet gebliebene Pulverkörner vollends in Brand zu setzen.

§. 3. Bringt man alle die Umstände, die sich bey diesem Versuche einfinden, genauer zusammen, so wird man leicht gewahr, daß die Luft nichts weiter thut, als daß sie das Pulver zusammen drückt, und sich also der allzu starken Ausdehnung der Flamme und der erzeugten flüssigen Materie wiedersetzet, und dadurch verursacht, daß das Feuer, welches aus den zuerst entzündeten Körnern hervorbricht, die hinlängliche Intensität behält, die andern Körnern anzuzünden; und hieraus folgt denn weiter, daß je grösser der Druck der Luft ist, auch die Fortpflanzung des Feuers desto schneller erfolget. Die grössere Intensität hängt also von der Dichtigkeit ab, welche die Flamme durch den Druck erhält.

§. 4. Nunmehro wird es nicht schwer seyn den Grund anzugeben, warum, wenn man in einem Recipienten das Pulver entweder durch Hülfe eines Eisens, oder eines Brennglases,

anzündet, sich erst nur von den Körnern diejenigen wenigen anzünden, welche das Feuer unmittelbar angreift, und, nachdem sich nach und nach die flüssige Materie entwickelt, das Feuer die benachbarte Körner auch in Brand setzet, und dieses mehr oder weniger geschwinde geschieht, nach dem die Quantität Luft, welche sich entwickelt hat, in Ansehung des Raums, welchen dieselbe einnehmen soll, mehr oder weniger groß ist. Es ist wahr, daß diese Grade der Akzeleration im Luft leeren Raume nicht allemahl so genau zu unterscheiden sind, weil man gezwungen ist, sich nur einer kleinen Quantität Pulver zu bedienen, um die wiedrige Zufälle zu vermeiden, welche nach der Entzündung des Pulvers ganz gewiß erfolgen würden, und sich dahero nur allemahl eine geringe Quantität von der flüssigen Materie entwickelt. Um sich nun davon zu versichern, und die erzeugte flüssige Materie genau mit der natürlichen Luft vergleichen zu können, so muß soviel davon erzeugt werden, als erfordert wird, um der Ausdehnung der Flamme, die aus dem Pulver hervor-

bricht, hinlänglichen Wiederstand zu leisten, damit die Flamme, die aus dem einen Theil hervorgebrochen, im Stande sey, die folgenden Pulverkörner auch anzustechen, so daß die Fortpflanzung des Feuers mit eben der Geschwindigkeit geschieht, als in der natürlichen Luft, nachdem sich soviel flüssige Materie entwickelt hat, daß sie der äusserlichen Luft das Gleichgewicht hält. Die Versuche des Herrn Huygens und Muschembroeck beweisen dieses in der That. Diejenigen, die ich hier anführen werde, können dazu dienen, das was ich vorgetragen, weiter zu bestätigen.

Versuch.

Ich nahm eine Brandröhre, setzte sie unter einem Recipienten, und zündete sie hernachmals an. Hierauf pumpte ich die Luft, nebst der flüssigen Materie, welche sich entwickelte, geschwinde hinter einander aus. Bey jeder Ausleerung wurde man gewahr, daß die Flamme merklich abnahm. Indem sie auf dem Punkt war, völlig zu verlöschen, ließ ich wieder etwas

Luft in dem Recipienten, und den Augenblick fieng sie wieder an lebhaft zu werden, und wurde immer stärker, je mehr sich von der flüssigen Materie entwickelte. Ich machte hierauf zum zweyten mahl einen leeren Raum, und fuhr fort die flüssige Materie, welche sich noch entwickeln konnte, auszupumpen, und die Brandröhre verlosch endlich ganz und gar.

§. 5. Vielleicht wird es nicht unangenehm seyn, wenn ich im voraus anmerke, daß ich mich auch des folgenden Versuchs bedienet habe, um die Kraft und die Elasticität der flüssigen Materie zu bestimmen, welche sich aus dem Schießpulver entwickelt, wie man in der Folge deutlicher sehen wird.

Versuch.

Eine ohngefähr 9 Fuß lange gläserne Röhre war an beyden Enden gekrümmet, und auf einem Brette von eben der Länge auf dem Horizont senkrecht gestellet. Der obere Theil hatte mit einer andern sehr dünnen Röhre Gemeinschaft, welche einen sehr kleinen Durchmesser

hatte. Diese Röhre war mit der erstern parrallel und mit allem Fleiß an der Luftpumpe angeküttet. Wenn man die Luft so stark daraus weggenommen hatte, als es nur möglich war, so hob man auf eine hermetische Art die Gemeinschaft zwischen den beyden Röhren, da wo sich die eine in die andre fugte, auf, theils um die ganze Maschine einfacher zu machen, theils damit sie nicht mehr so sehr der Gefahr zu brechen, unterworfen seyn sollte. Der untere Theil der eben so wie die grosse Röhre gekrümmt und mit derselben parrallel war, war blos die Verlängerung desselben und ohngefähr 30 Zoll lang, derselbe war an einer andern Röhre befestiget, welche Horizontal lag, und deren Durchmesser beynahe dreymahl so groß war, einen Fuß lang war diese letztere Röhre, überall gleich dicke, hernach waren mit an derselben ohngefähr ein Dutzend hole Kugeln gleich angeblasen, davon der Diameter ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll, und zwischen denen ein zylindrischer Raum von ein bis $1\frac{1}{2}$ Zoll lang war. Durch Hülfe einer andern kleinen Röhre konnte man die Luft aus diesem

zweyten Theile der Maschine wegnehmen, und sobald das Quecksilber wagerecht stand, verschloß man die Röhre hermetisch. In einer jeden von diesen Kugeln war dem Gewichte nach eine gleich grosse Quantität Pulver, und um dieselben zu füllen, bediente ich mich eines gläsernen Löffels, der beynahe eben so wie die Ladeschaufeln gemacht war, deren man sich bedienet, um die Kanons zu laden; durch dieses Mittel vermied ich die Unbequemlichkeit, jede Kugel vor sich zu laden. Hierauf legte ich in einem eisernen Löffel glühende Kohlen, und hielt dieselben durch Hülfe desselben unter die erste Kugel, in der sich nach einiger Zeit das Pulver entzündete und verursachte, daß das Quecksilber bis auf eine gewisse Höhe stieg; so bald alles wieder kalt war, hielt ich den eisernen Löffel unter die zweyte Kugel, und auf eben diese Art geschahe es nach und nach mit allen den andern Kugeln.

Was geschah? Während der Zeit da das Quecksilber niedriger stand, als es unter dessen war, da ich den leeren Raum in der grossen

Röhre machte, entzündete sich das Pulver in jeder Kugel nicht eher, als bis die glühende Kohlen darunter gehalten wurden, so bald aber diese Seule Quecksilber beynahe eben die Höhe erreicht hatte, so pflanzte sich das Feuer von einer Kugel zur andern fort, dergestalt, daß das Quecksilber auf einer Höhe getrieben wurde, gegen welcher die erstere in keine Betrachtung kam. Unter andern wurde einsmal, da noch verschiedene Kugeln übrig waren, die in Brand gesetzt werden sollten, die ganze Maschine auf dieser Seite mit einem ausserordentlichen Geräusche zersprengt, so daß viele von den Umstehenden dadurch beschädigt wurden.

§. 6. Ich werde hier nicht die Schlüsse wiederholen, welche man aus diesem Versuche ziehen kann, ich will nur anmerken, daß in ein und ebendemselben Recipienten, wo der Unterschied blos darinnen bestehet, daß derselbe einmahl mit Luft angefüllt, das andere mahl von aller Luft leer ist, die Flamme, welche aus dem Pulver hervorbracht wird, in dem einen Falle von einem Gewichte zusammen gedrückt wird,

welches die Ausdehnung derselben verhindert, und dadurch die Dichtigkeit derselben vermehret, in dem andern Falle aber alle mögliche Freyheit hat sich auszubreiten. Dieses nun muß nothwendig einen sehr grossen Unterschied in der Würksamkeit derselben verursachen.

Die Fortpflanzung des Feuers wird also in einem Luft leerem Raume deswegen unterbrochen, weil sich die Flamme, welche aus den Körnern erzeugt wird, so in Brand gesetzt worden, nach allen Seiten frey ausbreiten kann, und dahero ist die Intensität eines jeden entzündeten Theiles nicht hinreichend die Körner in Brand zu setzen, welche dieselben berühret; und dieser Mangel der Intensität, welcher von dem Mangel des gehörigen Drucks, herrühret, ist nichts anders als eine Verminderung der Dichtigkeit der Flamme.

§. 7. Der Druck also oder der Wiederstand ꝛc. ꝛc. mag beschaffen seyn wie er will, wird allezeit diejenigen Phänomena hervorbringen, von denen hier die Rede ist: nemlich, das Pulver wird sich allezeit mit mehrerer Leichtigkeit

entzünden, und das Feuer wird sich weit besser und geschwinder fortpflanzen; und je grösser dieser Druck bis auf einem gewissen Punkte ist, je geschwinder werden diese beyde Phänomena erfolgen, und die flüssige Materie wird sich desto plötzlicher entzünden, und die Detonnation wird desto stärker seyn (c). Daher kommen eben die verschiedene Würkungen in den Schieß-

(c) Ich habe §. 4. 5. gezeiget, daß ein jeder Wiederstand, er mag beschaffen seyn wie er will, zur Fortpflanzung des Feuers etwas beyträgt, und daß die flüssige elastische Materie auch diese Eigenschaft an sich hat. Dieses wird noch durch die Herrn Huygens und Joh. Muschembroeck in dem Anhang zu seines Bruders Naturlehre bestätiget. Seite 52. Dieser letztere eben räth an, die flüssige Materie, welche entstehet, wenn man in einem Recipienten, welcher von aller Luft leer ist, das Pulver entzündet, jedesmahl auszupompen. Denn, sagt er, wenn man dieses unterläßt, so pflanzt sich die Flamme, welche aus dem Pulver erzeuget wird, welches man auf das glühende Eisen fallen läßt, auf das Pulver fort, welches in der Phiole ist, und das Gefäß kann dadurch zerbrechen, und diejenigen, welche den Versuch anstellen, beschädigt werden.

gewehren her, wenn sie mit einerley Quantität von einerley Art Pulver geladen werden (d).

§. 8.

(d) Es wird vielleicht nicht undienlich seyn, wenn ich hier eine kleine Ausschweifung mache, um den Begriff desto deutlicher auseinander zu setzen, den man sich von der Würkung der natürlichen Luft auf das Pulver machen muß. Diese kann gewisse Gränzen nicht überschreiten, oder, wenn man dieses annehmen wollte, so würde man in Ungereimtheiten verfallen, die uns in grobe Irrthümer führen würden. Der Druck den die Luft oder sonst ein Körper auf das Pulver ausübet, dienet dazu, das Feuer mehr oder weniger geschwinde fortzupflanzen, nach dem sich dieselbe mehr oder weniger der Ausdehnung der in dem Dampfe enthaltenen schon entzündeten Theile wiedersetzet, und sie zwinget, mit desto grösserer Gewalt auf das Pulver zurücke zu würken. Die Luft ist inzwischen nicht die Ursach der Flamme, welche aus dem Pulver entsteht, und auch nicht Ursach der Explosion, wie solches Herr Muschembroeck in einer Anmerkung, die er zu den Versuchen der Akademie zu Florenz gemacht, welche sie über dem Rauch im Luft leeren Raume angestellt haben, ebenfalls bemerket, und daselbst drückt er sich mit folgenden

Worten

§. 8. Man muß übrigens den Druck, welcher erfordert wird, um die allzu starke Aus-

Worten aus: „Aus diesem Versuch läßt sich „also schliessen, daß die Flamme und die Ex- „plosion des Pulvers nicht von dem Drucke „der Luft herrühren.“

Der Versuch, auf den er sich gründet, ist dieser. Er warf in dem Luft leeren Raume einige Pulverkörner auf ein glühendes Eisen, und wurde nur eine blaue Flamme gewahr: Allein, setzt er hinzu, wenn man viel auf einmal fallen läßt, so entzünden sich dieselben, es geschieht eine Explosion und das Behältniß wird zersprengt.

Anmerkung.

Weil nun das Pulver sich in dem leeren Raume entzünden und auflösen kann, so folgt daraus offenbar, daß eben nicht die Luft, oder sonst ein Körper, welcher einen Druck ausüben kann, zugegen seyn darf, um eine Flamme oder eine Explosion hervorzubringen.

Da die Flamme blos entsteht, weil die phlogistische Materien die Eigenschaft haben, daß sie sich auflösen und zerstreuen, wenn sie den gehörigen Grad der Wärme erreicht haben, um sich von den groben Materien abzusondern, mit denen sie vereinigt sind:

breitung des entzündeten Dampfes zu verhindern, von dem Druck, welcher auf das Pulver

Sollte man dahero nicht muthmassen können, daß dieses eine Art von Ausdünstung der volatilischen Theile gewesen, welche in einer heftigen Bewegung gesetzt worden?

Die Explosion ist nichts anders als die Veränderung, welche die Luft, welche in dem Pulver eingeschlossen ist, während der Entzündung leidet, und man muß dabey drey Zustände in Betrachtung ziehen: nemlich die ausserordentliche Dichtigkeit, welche dieselbe von der Entzündung hat; den natürlichen Zustand in welchen sie vorhero muß versetzet werden, ehe sich dieselbe ausdehnen kann; und endlich die Ausdehnung derselben, die stärker oder schwächer ist, nachdem die Hitze stärker oder schwächer ist.

Von der Geschwindigkeit und Heftigkeit, mit der diese drey verschiedene Zustände auf einander folgen, hängt also die ausserordentliche Gewalt des Pulvers ab.

Man darf sich gar nicht wundern, daß bey dem Versuch, welchen der Herr Muschembroeck anführet, das Behältniß zersprengt worden. Denn die Körner, welche auf das glühende Eisen fallen, finden gleich einen solchen Grad der Wärme, welcher an und vor sich selbst schon hinreichend ist, dieselben alle auf einmal in

selbst geschiehet, wohl unterscheiden. Denn je stärker die Flamme zusammen gedrückt wird, je

Brand zu setzen und aufzulösen, ohne daß ein Körnchen, welches schon entzündet ist, erst das Feuer dem folgenden mittheilet: Auf diese Art wird aber die flüssige Materie mit einer ausserordentlichen Geschwindigkeit, und so zu sagen, in einem Augenblick aus ihren Behältnissen befreyet, und stößt mit der größten Gewalt gegen die Wände des Behältnisses, und verursacht demnach, daß dieselben ihr ausweichen müssen. Damit aber diese Würkung erfolget, ist eben nicht nöthig, daß eine so grosse Quantität von der flüssigen Materie erzeugt wird, die wenn sie zusammen gepreßt wird, im Stande ist der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten. Denn man muß bey diesen Umständen die Ausdehnung, welche die flüssige Materie leidet, und die Geschwindigkeit, mit der sich dieselbe entwickelt, in Betrachtung ziehen; dergestalt, daß ein und eben dieselbe Quantität der flüssigen Materie, welche sich mehr oder weniger geschwinde entwickelt, das Gefäß entweder zersprengen oder solches unversehrt lassen wird.

Man wird mir erlauben, diese Betrachtungen auf ein Phänomenon anzuwenden, welches man öfters gewahr wird, wenn man auch mit

dichter ist dieselbe, und folglich pflanzt sich das Feuer weit geschwinder fort, wie wir schon ge-

den Schießgewehren, mit aller möglichen Vorsicht umgeht. Wenn man in einem Gewehre, es sey von welcher Art es wolle, nicht genau darauf acht hat, daß der Vorschlag oder Propfen, auf die Ladung zu liegen kommt, oder daß die Kugel höher kommt als sie billig seyn sollte, oder um die Sache kurz zu fassen, wenn man zwischen den Theilen, die zusammen genommen, die Ladung ausmachen, einen Zwischenraum läßt, der von einer etwas erheblichen Grösse ist, so zerspringt das Geschütz an diesem Orte, und dieses rühret daher. Die grosse Quantität der flüssigen Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt hat, stößt mit einer grossen Geschwindigkeit gegen diesen Widerstand: Die Theile dieses letztern können nicht mit einer gleich grossen Geschwindigkeit ausweichen, und die flüssige Materie würket also auf den ganzen Theile des Geschützes in dem sie sich eingeschlossen findet, wieder zurücke, eben so wird auch die Flamme wieder zurücke getrieben, und dahero entzündet sich auch das Pulver, welches noch unentzündet zurücke geblieben war, sehr plötzlich. Dieses geschiehet aber nicht, wenn sich die flüssige Materie in dem Verhältniß, wie sie sich entwickelt, nach

sehen haben. Je stärker hingegen das Pulver zusammen gedrückt wird, je schwerer kann die

und nach ausdehnen kann, denn alsdenn bleibt der Druck auf die Flamme beynahe gleich stark, und die Entzündung geschiehet mit mehrerer Gleichförmigkeit. Ich muß dabey noch anmerken, daß, da der Wiederstand nicht von der Art ist, daß derselbe gar nicht weggetrieben werden kann, das ist, da der Theil der Ladung, auf den die flüssige Materie stößt, dem Drucke der flüssigen Materie nachgeben kann, es zuweilen geschehen kann, daß das Geschütz oder Gewehr nicht zerspringt. Wenn man dahero zwey verschiedene Quantitäten Pulver nimmt, in denen die Verhältniß der Bestandtheile zwar einerley ist, die aber blos darinnen verschieden sind, daß die eine sich weit leichter auflösen kann als die andre, welches theils von den Körnern desselben, theils von der Lage und der Verhältniß, welche dieselbe zum Gewehre hat, herrühret, wie wir schon angemerket haben, so kann es geschehen, daß die kleinere Quantität das Gewehr weit eher zersprengt, als die andre, welche an und vor sich grösser ist, und dieses deswegen, weil die Entwickelung der flüssigen Materie so schnell und so plötzlich vor sich geht, daß der Wiederstand nicht Zeit genug hat, auszuweichen, da hingegen die andre

Flamme durchdringen. Dieses findet auch bey allen brennbaren Sachen statt. Denn diese brennen weit langsamer, wenn die Theile derselben sehr genau mit einander verbunden, und die übrige Umstände einerley sind. Die Dichtigkeit der Luft also, welche die Flamme zusammen gedrückt, ohne die Pulverkörner zusammen zu drücken, befördert um desto mehr die Fortpflanzung des Feuers, je stärker dieselbe ist, und eben dieses thut auch die aus dem Pulver erzeugte flüssige Materie, wenn dieselbe von den Wänden des Behältnisses, welche nicht nachgeben können, zusammen gehalten wird, wie solches in der Feuerwindbüchse des Herrn Ritter d'Antoni geschieht. Wenn man hinge-

Quantität ihm die erforderliche Grade der Geschwindigkeit, um auszuweichen, nach und nach beybringen kann.

Man sieht ohne mein erinnern leicht ein, daß ich dieses nicht als eine so absolute Wahrheit angebe, welche in allen Fällen statt finden wird, ohne daß dabey verschiedene Modifications vorgehen, sondern daß ich nur damit so viel sagen will, daß es Fälle giebt, wo dieses so zutreffen wird.

gen in einer ofnen Röhre das Pulver sehr zusammen drückt, so wird dadurch der Druck auf die Flamme nicht grösser, sie findet vielmehr viel Schwierigkeiten diesen festen Körper zu durchdringen, und dahero kommt es eben, daß sich die Flamme so langsam fortpflanzet.

§. 9. Dieses siehet man in den Schießgewehren ganz deutlich. Der Vorschlag, welcher in demselben gebracht wird, um das Pulver in einer gewissen Lage zu erhalten, verursacht zu gleicher Zeit, daß dasselbe einen weit kleinern Raum einnimmt, als es ohne demselben einnehmen würde, ausserdem aber verhindert derselbe, daß sich die flüssige Materie nicht so stark ausdehnen kann, und folglich wird dadurch die Flamme, welche aus dem entzündeten Pulver erzeugt worden, zusammen gedrückt. Nachdem nun dieser Druck mehr auf den einen, als auf den andern von diesen beyden Umständen fällt, werden auch die Würkungen, welche davon herrühren, verschieden seyn. Denn, wenn der Verschlag in dem Gewehr mit ganzer Gewalt herunter gestossen wird, doch aber, so daß das

Pulver dadurch nicht allzu sehr zusammen gepreßt wird, so wird dadurch die allzu starke Ausdehnung der flüssigen Materie verhindert, und dahero wird dadurch die Flamme, welche aus den ersten Pulverkörnern erzeugt wird, gezwungen, mit mehrerer Intensität auf die noch unentzündete Körner zu würken, und folglich geschieht die Fortpflanzung des Feuers weit geschwinder und leichter. Das Gegentheil aber geschiehet, wenn der Verschlag in dem Rohre nicht allzu genau passet, aber auf das Pulver stark angesetzet wird; denn in diesem Falle gehet die Fortpflanzung des Feuers weit langsamer von statten. Die absolute Quantität Pulver also, die sich in einem gegebenen Geschütz entzünden kann, muß nothwendig von diesen beyden mit einander verbundenen Umständen abhängen. Um alles dasjenige, welches bishero gesagt worden, desto besser aufzuklären, wird es vielleicht nicht unrecht seyn, wenn ich davon eine praktische Anwendung mache. Sie ist sehr einfach, und die kleine Pistolen, welche eine Kammer vor das Pulver, und eine andre

vor die Kugel haben, geben uns dieselbe. Wenn man dieselbe laden will, so muß man den Lauf von einander schrauben, weil der Durchmesser der Oefnung durch welche die Kugel heraus muß, kleiner ist, als der Durchmesser der Kugel selbst. Dieses verursacht, daß die Kugel ihre Figur ändern muß, und weil dieses eine gewisse Gewalt erfordert, so bekommt dadurch die flüssige Materie Gelegenheit sich während der Zeit in einer grössern Quantität zu entwickeln, und wiedersetzt sich also vermöge ihrer Dichtigkeit, ich wiederhohl es nochmals, der allzu starken Ausdehnung der Flamme, die aus den schon entzündeten Körnern hervorbricht, und nöthiget dieselbe folglich mit einer grossen Intensität auf die noch unentzündete Körner zu würken, dergestalt, daß sich die flüssige Materie nach und nach mit einer desto grössern Geschwindigkeit entwickelt. Die gezogene Röhre geben uns noch ein anderes Beyspiel, wenn ich aber die Phänomena, welche sich dabey zeigen, noch einmal aus einander setzen wollte, so würde dieses

doch weiter nichts als eine Wiederholung desjenigen seyn, was bishero gesagt worden.

§. 10. Damit nun eine gegebene Ladung in einer gegebenen Art von Geschütz, die größte Würkung hervorbringen kann, muß sich die flüssige Materie so geschwinde als möglich und zu gleicher Zeit entwickeln, und dieses hängt von der Geschwindigkeit, mit der sich das Feuer fortpflanzet, und von der Intensität desselben zu gleicher Zeit ab. Diese letztern beyde Stücke aber hängen wieder von einer gewissen Verhältniß ab, welche sich zwischen der Quantität der Materie, in jedem Körnchen und den Zwischenräumchen derselben befindet, und von der Verhältniß, welche das Gewehr selbst wieder zu der Ladung hat (e).

(e) Weil die Kraft des Pulvers von der Geschwindigkeit abhängt, mit der sich die flüssige Materie entwickelt, folglich von der mehr oder weniger lebhaften Würkung der Flamme auf die Substanz der Körner, so scheint es, daß man, wenn alle übrige Umstände einerley sind, das runde Pulver dem irregulairen vorziehen sollte, weil dadurch die Flamme überall einen gleichförmigen Durchgang findet, da es hinge-

§. 11. Man wird übrigens die größte mögliche Würkung erhalten, wenn man zu diesen Bedingungen noch diese hinzu setzt, daß die verschiedene Bestandtheile des Pulvers dergestalt mit einander vermischt werden müssen, daß die phlogistische Materien und das Acidum nitri in einer gehörigen Verhältniß mit einander verbunden sind.

§. 12. Was nun ferner die Detonation anbelanget, so ist offenbar, daß, weil dieselbe entstehet, wenn die eben erzeugte Theile der

gen geschehen kann, daß sich die gerade Oberflächen des irregulairen Pulvers so auf einander passen, daß dadurch die Fortpflanzung des Feuers gehindert wird. Was übrigens die Grösse der Körner anbelanget, so ist ausgemacht, daß es eine solche giebt, welche der plötzlichen Entzündung am günstigsten ist, und diese muß durch die Erfahrung bestimmt werden. Wenn man übrigens einmal die absolute Quantität der flüssigen Materie bestimmt hat, welche sich aus einer gegebenen Quantität Pulver entwickelt, so ist es denn eine blos geometrische Aufgabe die Verhältniß zu bestimmen, welche die Theile der Schießgewehre gegen einander haben müssen.

Luft, gegen die Theile der äussern Luft stossen, welche nicht mit eben der Geschwindigkeit ausweichen können (erste Abhandlung §. 25.), dieselbe um desto geschwinder abnehmen wird, je dünner dieselbe ist, eben so wie die stärkere oder schwächere Intensität des Schalles von der mehr oder weniger grossen Dichtigkeit des Mittels abhängt, in dem derselbe erregt wird; die Detonnation wird also völlig aufhören, so bald diese Ursach wegfällt.

Zweytes Kapitel.

Von dem Grade der Wärme, welcher erfordert wird, das Pulver sowohl im leeren als in einem mit Luft angefüllten Raume anzuzünden.

§. 13. Nachdem ich bishero gezeigt habe, wie die Luft auf das Pulver würket ꝛc. ꝛc, will ich weiter gehen, und die zweyte Frage, welche ich mir vorgelegt habe, untersuchen, nemlich, welches der Grad der Wärme ist, welcher erfordert wird, um das Pulver in Brand zu setzen? Unter derselben aber sind verschiedene

andre Fälle begriffen, welche wohl verdienen, einzeln durchgegangen zu werden. Eine solche Untersuchung scheinet zwar ganz entfernt und von keiner Erheblichkeit zu seyn, ich muß aber meine Leser im voraus sagen, daß ich dieselbe aller Aufmerksamkeit würdig schätze. Ausser den vielen neuen Erscheinungen, welche sich dabey zeigen werden, werden wir daher verschiedene Hülfsmittel bekommen, um die einfachen Gesetze zu entdecken, welche diese erstaunende Kraft bey ihren Würkungen beobachtet. Um aber die Frage so einfach als möglich zu machen, halte ich davor, daß man damit anfangen muß, den Grad der Wärme zu bestimmen, welcher erfordert wird ein jedes von den Bestandtheilen zur Auflösung geschickt zu machen. Ich habe hernach verschiedene Verbindungen gemacht, und aus den verschiedenen Folgen derselben, die vornehmste Wahrheiten hergeleitet, welche daraus unmittelbar fliessen.

§. 14. Um diejenigen Erfahrungen, welche ich zu dieser Absicht vor geschickt hielt, gehörig anzustellen, war ich gezwungen, mich zweyer

verschiedener Methoden zu bedienen. Ich will erstlich die Gründe aus einander setzen, welche mich dazu bewogen, ehe ich den Erfolg meiner Versuche beschreibe. Diese Methoden scheinen mir überdem die bequemsten und einfachsten von allen zu seyn, welche man sich vorstellen kann. Inzwischen hat die eine vor der andern in vielen besondern Fällen, und nachdem dasjenige beschaffen ist, was man untersuchen will, den Vorzug. Gegenwärtig mag dieses davon genug seyn.

§. 15. Bey der ersten Methode kam es blos darauf an, die Substanzen in zerbrochenen Stücken von einer Flasche zu legen, und dieselbe hernach in einem Balneo olei zu thun, in dem ein Thermometer war, dessen Röhre zu mehrerer Bequemlichkeit einen Winkel machte, und welches überdem die geringste Veränderungen der Wärme anzeigte. Durch dieses Mittel fand ich, daß der Schwefel sowohl, wenn er allein ist, als auch, wenn er mit Salpeter und Kohlen vermischt wird, sich allezeit entzündet, wenn das Farenheitsche Thermometer beynahe 593

Grad hoch ist, und kurz darauf das Pulver detonnirt (f). Eben so verhält es sich aber nicht mit den übrigen Substanzen, wenn jede vor sich allein genommen wird. Denn der Salpeter konnte nicht schmelzen, und die Kohlen konnten sich nicht entzünden, und auch eine Vermischung von beyden zusammen, konnte sich nicht auflösen, ohngeachtet ihnen durch das siedende Oehl ein ziemlicher Grad der Hitze mitgetheilet wurde.

§. 16. Ich habe aber bemerket, daß, wenn man das Pulver einige Zeit vorher herein thut, ehe das Oehl denjenigen Grad der Wärme erlangt hat, welchen es haben muß, um dem Pulver denjenigen Grad der Hitze mitzutheilen, welcher erfordert wird, damit die Entzündung desselben von statten gehet, oder, wenn die verschiedenen Grade des Feuers demselben zu lang-

(f) M. Amontons hat gefunden, daß sich das Pulver bey eben dem Grade der Wärme entzündet, welcher erfordert wird, das rohe Bley zu schmelzen. Mem. de l'Acad. des Sciences de Paris pour l'Anné 1763. pag. 247.

sam mitgetheilet werden, sich das Pulver durch dieses Hülfsmittel nicht entzünden kann. Mit dem Pulver, welchen man in solchen Recipienten leget, die einen langen Hals haben, geschiehet es eben so, man muß demselben in solchen Fällen einen weit grössern Grad der Hitze beybringen, wenn es detonniren soll. Ich werde mich bemühen, die Ursachen dieser Erscheinungen zu seiner Zeit aus einander zu setzen, jetzt aber will ich fortfahren die andre Methode zu beschreiben, deren ich mich bedienet habe.

§. 17. Ich legte die Substanzen auf eine blecherne Platte, in der eine sphärische Vertiefung angebracht war, deren Durchmesser ohngefähr drey Linien, und die Tiefe eine halbe Linie war, mehrerer Sicherheit wegen war sie in einer Fuge befestiget. Eine kleine Lampe, deren Dacht beständig aus 88 Faden von feiner Baumwolle verfertiget war, wurde mit der größten Sorgfalt unter der Vertiefung in der Platte zu eben der Zeit gesetzet, da man ein Pendulum los ließ, welches in einer Minute 76 Schwingungen machte. Eine Person zählte

diese Schwingungen laut, da indessen ein anderer auf die Anzahl, welche der erstere aussprach, sobald ich das festgesetzte Zeichen gab, genau acht hatte.

§. 18. Ohngeachtet nun diese Manier, die Versuche anzustellen, sehr einfach und richtig ist, so ist dieselbe doch lange nicht so entscheidend als die erstere, welche weit gleichförmiger ist, und bey der die Wärme mit einer grössern Gleichheit übergehen kann. Indessen findet sich doch bey der erstern auch eine Unbequemlichkeit, und diese bestehet darinnen, daß bey derselben nicht so viel Wärme da ist, als zu einer Reihe von nöthigen Versuchen erfordert wird. Ich muß aber den Hauptvorzug, welchen sie vor der zweyten Methode hat, nicht vergessen, und dieser bestehet darinnen, daß sie allezeit ein absolutes Resultat giebt, da dasjenige, welches aus der zweyten erfolget, nur allezeit relativ ist.

§. 19. Ich muß dabey anmerken, daß die zweyte Methode viele Sachen erfordert, welche man beobachten muß. Ich kann dieselben nicht mit Stillschweigen übergehen, um denen, die

sich die Mühe nehmen wollen, diese Versuche zu wiederholen, die Arbeit zu erleichtern.

I.

Man muß so viel möglich suchen allezeit eine gleiche Flamme zu unterhalten.

Dieses erhält man meistentheils dadurch, wenn man die Lampe immerfort brennen läßt, ohne den Dacht anzurühren, den man ausserdem niemals aus einander reissen muß. Der unverbrennliche Flachs würde dazu am besten seyn, inzwischen ist die feine Baumwolle auch von einem guten Nutzen, wenn man sie zu einer Lampe mit Spiritu vini gebrauchet, denn alsdenn ist dabey keine Zweydeutigkeit, wenn man nur bey jedem Versuch etwas Alkohol hinzusetzet.

II.

Man muß von Zeit zu Zeit die Lampe mit neues Baumöhl unterhalten.

III.

Die Platte, die man zu dem Versuch nimmt, muß groß seyn; Beobachtet man diese Vorsicht nicht, so ergreift das Feuer, welches in der Lampe ist, den Schwefel, und zündet denselben an.

IV.

Man muß sie auch völlig kalt werden lassen, und auf allen Seiten gut abwischen.

V.

Man muß die Lampe unter der blechernen Platte nicht eher wegnehmen, als bis der Schwefel völlig verbrannt ist, und wenn Salpeter mit zu der Vermischung genommen worden, so ist es nicht unrecht, wenn man eine glühende Kohle daran legt, um das, was noch etwa übrig geblieben seyn könnte, vollends aufzulösen.

VI.

Die Substanzen müssen ferner auf das genaueste gewogen werden, und damit man sie auf der Platte in einer guten und sehr genauen Lage bringt, so darf man nur mit einem glatten Eisen über die Vertiefung der Platte herüber fahren.

Das Resultat, was ich durch die zweyte Methode erhielt, bestehet in folgenden,

Erfahrungen.

I.

Der Schwefel fieng nach 5 Schwingungen an zu schmelzen, und war nach 10 Schwingungen völlig geschmolzen, und entzündete sich nach 15.

II.

Der Salpeter fieng nach 25 Schwingungen an zu schmelzen, und war nach 50 völlig geschmolzen.

III.

Die Kohlen fiengen nach 36 Schwingungen an Feuer zu fangen, und waren nach 50 in völliger Flamme.

IV.

In einer Vermischung aus gleichen Theilen Schwefel und Salpeter, fieng der Schwefel nach 12 Schwingungen an zu schmelzen, und entzündete sich allemahl zwischen 15 und 20, nachdem er vorhero völlig geschmolzen war, nach 25 Schwingungen veränderte die Flamme, die Farbe und wurde etwas weißlicht. Hieraus

konnte ich schliessen, daß der Salpeter durch den Schwefel war aufgelöset worden, denn da ich das übrige untersuchte, so fand ich, daß ein Theil des Schwefels in der That aufgelöset worden war. Bey dieser Gelegenheit wurde ich auch gewahr, daß, wenn man die Flamme unter der Platte in dem Augenblick wegnimmt, wenn der Schwefel Feuer gefangen, dieser völlig verbrennet, ohne daß sich der Salpeter auflöset. Eben dieses geschieht allemahl, wenn man den Schwefel den man mit Salpeter vermischt hat, mit einer glühenden Kohle anzündet.

Bey diesem Versuch, hiengen die Irregularitäten, welche bey der Entzündung des Schwefels vorkommen, wahrscheinlicher Weise von der mehr oder weniger ungleichformigen Vertheilung beyder Substanzen ab.

V.

In einer Vermischung aus gleichen Theilen Schwefel und Kohlen, schmolz der Schwefel nach 15 Schwingungen, und entzündete sich bey 18. Die Kohlen waren bey 25 in Flamme, und bey 35 war die ganze Vermischung aufge-

lößt. Wenn die Kohlen nicht allzu leichte sind, so habe ich bemerket, daß die Kohlen sich niemals eher entzünden, als bis solches der Schwefel gethan. Ich bin gezwungen gewesen, bey diesem Versuch ein Resultat anzugeben, welches das Mittel hält, weil sich bey der Entzündung des Schwefels so viel Veränderungen und Irregularitäten zeigten.

VI.

Eine Vermischung aus vier Theilen Salpeter und einen Theil Kohlen, detonnirte nach 37 Schwingungen.

VII.

Eine andre Vermischung, welche aus vier Theilen Salpeter, ein Theil Schwefel und ein Theil Kohlen bestand, detonnirte nach 25 Schwingungen, nachdem der Schwefel in derselben nach 22 Feuer gefangen hatte.

Nach dem ich diesen Versuch mit vieler Sorgfalt etliche mahl hinter einander angestellt hatte, fanden sich allezeit verschiedene kleine Unterschiede bey der Entzündung des Schwefels, welche denn wieder andere in der Detonnation

des Salpeters und der Kohlen hervorbrachte. Aus dieser Ursach halte ich es vor zuträglicher, wenn man dazu Mehlpulver nimmt, indem die Bestandtheile doch allemahl weit gleichförmiger vertheilt sind, besonders wenn dieselben eine ziemliche Zeit unter einander gerieben worden.

VIII.

Das Mehlpulver, welches aus 5 Theilen Salpeter, einen Theil Schwefel, und einem Theil Kohlen bestand, entzündete sich nach 18 Schwingungen, da indessen der Schwefel nach 15 Schwingungen zu brennen anfieng.

IX.

Das Mehlpulver aus 6 Theilen Salpeter, einen Theil Schwefel, und einen Theil Kohlen, detonnirte nach 17 Schwingungen, und der Schwefel darinnen fieng ebenfalls nach 15 Schwingungen anzubrennen.

X.

Eine andre Art Mehlpulver zu 7 Theilen Salpeter, einen Theil Schwefel, und einen Theil Kohlen wurde nach 16 Schwingungen aufgelöset, und der Schwefel fieng auch

hier beständig nach 15 Schwingungen anzubrennen.

Wenn das Pulver gekörnt ist, so erfolgt die Entzündung des Schwefels nicht so geschwinde, dergestalt, daß wenn die Körner sehr groß sind, derselbe ohngefähr $\frac{1}{3}$ mehr Zeit gebraucht, um sich zu entzünden, als dazu erfordert wird, wenn das Pulver gerieben, und so klein wie Mehl gemacht worden. Dieses aber verursacht alsdenn, daß die völlige Auflösung des Pulvers, welche gleich auf die Entzündung des Salpeters erfolget, nicht mehr mit eben der Geschwindigkeit vor sich gehet.

XI.

Das Pulver löset sich völlig auf, wenn man gleich die Lampe unter der Platte wegnimmt, so bald der Schwefel Feuer gefangen, und die Detonnation geschiehet, wenn der Schwefel beynahe völlig verbrannt ist (g).

(g) Das geschieht auch mit andern verbrennlichen Materien, wenn man z. Beys. Pulver in rektificirten Spiritu vini schüttet, und solches hernach anzündet, so wird es sich nicht eher entzünden, als bis dieser völlig verflogen. Eben

XII.

Das Knallpulver fieng bey 30 Schwingungen an zu schmelzen, und detonnirte bey 32, nachdem es vorher völlig geschmolzen war.

§. 20. Aus allem demjenigen, was bishero gesagt worden, lassen sich nunmehro folgende Sätze herleiten. Daß die Flamme zwar hinreichend ist das Pulver anzuzünden (h). Es muß aber der Schwefel vorhero beynahe völlig durch das Feuer aufgerieben worden seyn, welches die Erfahrungen (VIII, IX, X.) hinlänglich beweisen, denn man wird gewahr, daß je mehr Schwefel in dem Pulver enthalten ist, desto mehr Zeit zwischen der Entzündung desselben und der Auflösung eben dieses Pulvers vorüber gehet.

so geschieht es auch, wenn man ein Stück Leinwand anzündet, welches man in Alkohol getaucht hat, es fängt nicht eher Feuer, als bis das Alkohol aufgehöret hat zu brennen.

(h) Um sich zu überzeugen, daß die Flamme des Schwefels, die Kohlen nebst dem Salpeter auflösen kann, darf man nur Pulver in den brennenden Schwefel werfen.

§. 21. Wenn man die Erfahrungen (I, IV, VI.) gegen einander hält, so wird man sich leicht überzeugen können, 1) daß ein weit grösserer Grad der Wärme erfordert wird, damit der Schwefel zugleich mit dem Salpeter detoniren kann, als derjenige ist, welcher hinreichend ist den Schwefel vor sich allein in Brand zu bringen; 2) und daß ein noch stärkerer Grad erfordert wird, wenn der Schwefel blos durch Hülfe der Kohlen aufgelöset werden soll.

§. 22. Die Flamme des Schwefels hat unter dessen eine hinlängliche Intensität, um die Kohlen in Brand zu setzen, und dadurch die Auflösung beyder zu beschleunigen; dieses ist eben die Ursach, warum sich das Pulver nach 20 bis 25 Schwingungen entzündet, ohngeachtet sich die Kohlen nicht eher als nach 38 entzünden, und der Salpeter erst nach 50 Schwingungen völlig geschmolzen ist.

§. 23. Wir haben bey dem VII Versuch gesehen, daß sich der Schwefel nicht auf eine reguläre Art allezeit nach einer gleichen Anzahl von Schwingungen entzündete, und daß die

völlige Auflösung aller Bestandtheilen und Substanzen eben dergleichen Veränderungen unterworfen war. Eben dieses geschieht auch bey dem gekörnten Pulver, besonders, wenn die Körner ziemlich groß sind, wie ich bey dem X Versuch gezeiget habe. Dieses dienet dazu, um zu beweisen, daß die Flamme des Schwefels die Ursach ist, daß sich der Schwefel und die Kohlen auflösen können.

§. 24. Die besonders merkwürdige Erscheinung, deren ich (§. 16.) Erwähnung gethan, nemlich, daß das Pulver, wenn es unter einen Recipienten gethan wurde, welcher einen langen Hals hatte, auch sich bey eben dem Grade der Wärme nicht mehr entzünden konnte, wodurch es in offenen Gefässen in Brand gesetzt wurde, sondern auch selbst nicht bey 7 Grade mehr, scheinet uns einen neuen Beweiß an die Hand zu geben, daß ein geringerer Grad der Wärme erfordert wird, den Schwefel anzuzünden, als nöthig ist, wenn sich derselbe zugleich mit dem Salpeter auflösen soll, weil man auf-

ſerdem weiß, daß er ſich in den Recipienten mit einem langen Halſe nicht entzünden kann.

§. 25. Ich habe auſſerdem ein anderes Phänomenon erkläret, welches ſich zeiget, wenn man dem Pulver eine lange Zeit über nach und nach das Feuer Stufenweiſe mittheilet, als wenn man das Glas, in welchem man daſſelbe geſchüttet, in Oehl zu eben der Zeit thut, da man dieſes einem langſam würkenden Feuer ausſetzet. Es wird alsdenn ein weit gröſſerer Grad der Wärme erfordert, um daſſelbe in Brand zu bringen; als nöthig iſt, wenn man demſelben das Feuer mit einiger Lebhaftigkeit mittheilet, und dieſes findet auch noch überdem eher bey dem gekörnten Pulver ſtatt, als wenn daſſelbe klein und zu Mehl geſtoſſen worden. Es iſt aber ſehr wahrſcheinlich zu vermuthen, daß dieſes daher rühret, weil ſich der Schwefel unnöthiger Weiſe bey dieſer geringern Wärme auflöſet, denn da die Mittheilung des Feuers durch Hülfe des ſiedenden Oehles geſchiehet, ſo bekommt gleichwohl der Schwefel genug Wärme, daß er ſich völlig ſublimiren kann, ehe er

soviel davon bekommt, als er haben muß, wenn er sich entzünden soll. Ein Umstand, den ich noch nicht angezeiget, den ich aber bey dieser Gelegenheit wahrgenommen habe, unterstützt diese Muthmassung, und giebt derselben einen gewissen Schein der Gewißheit (wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf). Wenn man nemlich das Pulver lange Zeit diesem langsamen Feuer aussetzet, so verändert dasselbe die Farbe, und bekommt eine sehr dunkle schwarze Farbe.

§. 26. Nunmehro begreift man mit der größten Deutlichkeit, daß die völlige Auflösung des Pulvers weit schwerer ist, weil ein weit grösserer Grad der Wärme erfordert wird, um den Salpeter und die Kohlen zur Detonnation zu bringen (IV.), als derjenige ist, welcher erfordert wird, den Schwefel in Brand zu bringen (I.), und folglich das Pulver aufzulösen, welches von demselben selbst in dem Augenblick noch vieles an sich hat, da die verschiedene Grade der Wärme, welche demselben mitgetheilet worden, hinreichend sind, dasselbe in Flamme zu setzen.

§. 27. Bey dem klein und zu Mehl gestossenen Pulver geschiehet dieses nicht auf eben dieselbe Art, und auch nicht so leicht; denn da dasselbe eine Art von Masse ausmacht, und die Anzahl der Oberflächen nicht mehr so geringe ist, so kann die Sublimation des Schwefels nicht mehr so geschwinde und so leicht vor sich gehen, dergestalt, daß noch ein guter Theil Schwefel übrig bleibt, welcher sich entzünden muß, und welcher alsdenn die völlige Auflösung des Pulvers zu der Zeit befördern hilft, wenn die ganze Vermischung den Grad der Wärme bekommen, welcher erfordert wird, wenn der Schwefel Feuer fangen soll.

§. 28. In dem leeren Raume gehet die Entzündung des Pulvers allemahl schwerer von statten, dergestalt, daß derjenige Grad der Wärme, welcher es in freyer Luft in Brand bringen kann, nicht vermögend ist dasselbe in einem Recipienten aufzulösen, aus dem man vorhero die Luft weggenommen hat. Die Hrn. Muschembroeck und Huygens haben dieses ebenfalls bemerket. Sollte diese Verschiedenheit

nicht ebenfalls von der Sublimation des Schwefels herrühren? Dieser scheinet mir um desto mehr gegründet zu seyn, da der leere Raum derselben sehr günstig ist (i), und daß, nach demjenigen was wir vorhin gesehen haben, sich nicht allein der Salpeter weit leichter mit Schwefel als mit Kohlen auflöset, sondern daß durch die Flamme des Salpeters die Detonnation der Kohlen und des Salpeters beschleunigt.

§. 29. Wenn man einer Vermischung von Schwefel und Salpeter in dem leeren Raume nicht einen heftigen Grad der Wärme auf das allergeschwindeste beybringt, so kann man es schwerlich dahin bringen, daß sich dieselbe auflöset, weil sich der Schwefel sehr bald sublimirt, und der Salpeter hernachmals, aus Mangel der phlogistischen Materie nicht mehr detonniren kann. Alles dieses wird durch die Versuche

(i) Ich habe in dergleichen Fällen gefunden, daß sich allezeit ein gelblichter Staub erhebet, welcher sich an der innern Oberfläche des Gefässes hart ansetzet. Herr Boyle sagt eben das, dieser Staub kann nun wohl nichts anders seyn, als Schwefel, welcher sich sublimirt hat.

unterstützet, welche ich in dem leeren Raum mit diesen Arten von Vermischungen angestellet habe, und dabey habe ich ausserdem, was ich bereits gesagt habe, noch gefunden, daß das Pulver in dem sich Schwefel befindet, beynahe durch eben dem Grad der Wärme entzündet wird, durch welchem dasjenige in Brand gesetzet wird, in dem kein Schwefel befindlich ist; dieses dienet nun dazu, das was ich vorhin gesagt habe, noch mehr zu beweisen.

§. 30. Man siehet nunmehro leicht die Ursach, warum einige Gelehrte, die diese Vorsicht nicht gebraucht haben, das Pulver im leeren Raume nicht haben in Brand bringen können, und dahero die Entzündung desselben geläugnet haben. Wahrscheinlicher Weise aber haben sie eine Vermischung ohne Kohlen genommen, oder wenn sie ja gutes Pulver genommen, so haben sie demselben ein gar zu langsames und weit kleineres Feuer beygebracht, als dasjenige seyn muß, welches in diesen Fällen erfordert wird, wenn der Salpeter nebst den Kohlen detonniren soll.

§. 31.

§. 31. Ich will dieses Kapitel durch folgende Anmerkungen beschliessen.

I.

Daß viele Umstånde etwas dazu beytragen, die Kraft, welche das Pulver sich zu entzůnden hat, zu modificiren, als die mehrere oder geringere Quantitåt Schwefel, eine mehr oder weniger unter einander geriebene Vermischung; die grössere oder kleinere Kórner.

II.

Daß die Entzůndung geschwinde vor sich gehet, wenn sich der Schwefel so wie in freyer Luft entzůnden kann.

III.

Diese Entzůndung geschiehet noch geschwinder, wenn nur noch wenig Schwefel zu der Zeit übrig ist, da derselbe den erforderlichen Grad der Wårme zur Entzůndung erhalten hat.

IV.

Wenn der Schwefel sich nicht entzůnden kann, so muß man in diesem Falle nothwendig einen weit grösseren Grad der Hitze anwenden, und der demjenigen gleich ist, welcher im Stan-

de ist, den Schwefel zugleich mit dem Salpeter aufzulösen.

V.

Sublimirt sich der Schwefel, ehe er denjenigen Grad der Wärme bekommen hat, welchen er haben muß, wenn er sich entzünden soll, es sey nun weil die Oberfläche zu groß ist, auf der das Feuer würket, oder weil das Feuer demselben zu langsam mitgetheilet wird, oder weil ein oder verschiedene Umstände auf einmal zusammen kommen, so muß man einen noch grössern Grad der Wärme als vorhin anwenden, wenn das Pulver detonniren soll.

§. 32. Ich bin bishero bemühet gewesen, die vornehmsten Wahrheiten, welche sich aus dem Erfolge von den angestellten Versuchen schliessen lassen, mit aller Sorgfalt aus einander zu setzen, und ich hätte noch viel mehrere daraus herleiten, und viele Muthmassung angeben können, die, anstatt von der Erfahrung umgestossen zu werden, in vielen besondern Fällen vielmehr genau mit derselben überein zu stimmen scheinen. Weil es mir aber nicht möglich

war, allen den Irregularitäten abzuhelfen, welche sich bisweilen wegen den vielen verwickelten Umständen dabey einfanden; so habe ich vor rathsamer erachtet zurückhaltend zu seyn, als in dem entgegen gesetzten Fehler einer übertriebenen Weitläuftigkeit zu verfallen. Ich glaube inzwischen, daß dasjenige, was ich über diese Materie gesagt habe, einem jeden solche Einsichten verschaffen wird, durch die er in der Ausübung sicher geführet, und von der Sklaverey einer maschinenmässigen Routine befreyt werden kann, durch die man sich sonst ohne die geringste vernünftige Ursach und so zu sagen recht blindlings demjenigen unterwirft, was unsere Vorfahren festzusetzen vor gut befunden haben (k). Wenn sie eben so gedacht hätten,

(k) Viele Menschen haben einen sehr wunderlichen Begriff von der Theorie und der Praxi. Die Theorie ist nichts anders als eine physikalische Anwendung der allgemeinen und abstrackten Grundsätze auf verschiedene einzelne Fällen; Die mechanische Handlungen oder Operationes, welche zu dieser Absicht erfordert werden, nennt man eine Fertigkeit oder Rou-

so würden wir in verschiedenen Wissenschaften noch sehr weit zurücke seyn. Ihr eignes Beyspiel aber treibt uns an, unsere Untersuchungen über die Dinge in der Natur weiter zu treiben, und selbst dasjenige, was sie uns überliefert haben, auf das Schärffste zu untersuchen; und dieses ist das einzige Mittel die Wahrheit zu entdecken.

tine. Wer nur blos eine Sammlung von einigen besondern Fällen in seinem Kopfe hat, unter denen keine Verbindung und kein ordentlicher Zusammenhang anzutreffen ist, weiß gar die Praxin nicht; inzwischen ist diese Art von Leuten in allen Professionen die *gewöhnlichste.* Wer aber ausser den allgemeinen Grundsätzen noch alles dasjenige weiß, was nothwendig erfordert wird, um sich derselben gehörig zu bedienen, und sie in Ausübung zu bringen, der versteht die Ausübungskunst oder die Praxin in eigentlichem Verstande, und demselben fehlt aufs höchste, blos die erforderliche Routine um seine Wissenschaft mit desto mehrerer Leichtigkeit anzuwenden. Die Praxis ist also das Handwerk oder die Kunst einer Wissenschaft, und umgekehrt sind die allgemeinen und abstrackte Grundsätze die Wissenschaft der Künste.

§. 33. Die Untersuchungen, welche wir angestellt haben, um denjenigen Grad der Wärme zu bestimmen, welcher vermögend ist das Pulver in Brand zu bringen, können auch dazu dienen, um uns ein Licht in Ansehung der Entwickelung der Kräfte zu geben, von denen die Würkungen abhängen, welches das Pulver hervorbringen kann. Die Chymische Theorie, welche der Herr Maquer in seinen vortreflichen Anfangsgründen der Chymie angegeben hat, wird einem jeden in Absicht auf die innerliche Würkungen und die Affinität der Substanzen, ein völliges Genüge leisten. Auf diesem Werke, welches seinem Verfasser in der That viel Ehre macht, verweise ich dahero meine Leser, und will mir blos vorbehalten, dasjenige zusammen zu nehmen, was dazu dienen kann, um uns einem genauen und richtigen Begriff von den Ursachen der zweyten Ordnung, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, zu geben, welche zu der Entwickelung der Luft etwas beytragen, durch die eben so ganz besondere Würkungen hervorgebracht werden.

Ich werde mich aber nicht aufhalten, verschiedene Muthmassungen zu machen, und zu entscheiden, ob man mehr berechtiget ist zu glauben, daß die Luft schon vorher in dem Pulver eingeschlossen ist, oder ob dieselbe durch die neue Verbindung, welche die ursprünglichen Theile oder die Elemente der Bestandtheile bey Gelegenheit der Entzündung bekommen, erst hervorgebracht wird.

§. 34. Nun ist an und vor sich selbst klar, daß ein solcher Grad der Wärme erfordert wird, welcher im Stande ist den Salpeter zu schmelzen, damit das Pulver detonniren kann. 2) Weil die Flamme des Schwefels allein im Stande ist diese Würkung hervorzubringen, so wird allemal, wenn diese nicht erregt werden kann, die Detonnation auch aufgehalten werden. Man weiß aber aus den Grundsätzen der Chymie, daß bey dieser Gelegenheit sich die phlogistische Materie, welche in dem Schwefel und in den Kohlen enthalten ist, von seiner Basin absondert, und mit dem Acido nitri verfliegt. Während dieser Zeit nun, da diese Würkung und Gegen-

würkung der Substanzen in einander geschieht, entwickelt sich die flüssige elastische Materie.

§. 35. Hieraus folgt nun aber weiter offenbar, daß sich diese flüssige Materie mit einer desto grössern Geschwiudigkeit entwickeln muß, je leichter sich der Salpeter mit der phlogistischen Materie auflösen kann; und es ist ausserdem augenscheinlich, daß die Auflösung desto geschwinder von statten gehen wird, je leichter es dem Acido nitri fällt, die phlogistische Materie anzugreifen. Nun greift aber das Acidum nitri die phlogistische Materie sehr leicht an, wenn sich derselbe nicht gar zu stark mit seiner Basin verbunden hat, und dieses geschieht in der That bey den Kohlen, wo diese Vereinigung nicht so genau ist als bey dem Schwefel, und hierinn eben liegt der Grund, warum der Salpeter weit leichter mit den Kohlen detonnirt als mit dem Schwefel, und wieder weit leichter mit den Schwefelschlacken als mit den Kohlen. (2te Abhandlung §. 44. 65.) Denn die phlogistische Materie hängt mit dem Acido vitrioli weit stärker zusammen, als mit den erdichten

Theilen, aber weit stärker mit diesen als mit dem Tartaro vitriolato.

§. 36. Einige Versuche, welche ich mit dem Knallpulver angestellt habe, können dazu dienen, das was ich hier, (und in der zweyten Abhandlung §. 64.) gesagt habe, mit mehrem zu bestätigen. Man wird mir erlauben davon einen kurzen Abriß beyzufügen.

Versuch.

Ich machte Schwefelschlacken, und stieß sie hernach ganz klein, ehe sie kalt geworden, damit sie nicht so leicht die Feuchtigkeiten aus der Luft anziehen konnten. Hierauf vermischte ich dieselben zu verschiedenen geschickten Dosen mit Salpeter, und nachdem ich alles so gut als möglich unter einander gerieben hatte, schüttete ich davon einen Theil auf einer Schauffel, die ich hernach dem Feuer aussetzte, und es geschahe eine Detonnation, die derjenigen vollkommen ähnlich war, welche man durch das gewöhnliche Knallpulver erhält.

Versuch.

Anstatt die Bestandtheile bey diesem zweyten Versuch ganz genau mit einander zu vermischen, und sie unter einander zu reiben, ließ ich blos kalten Salpeter auf die flüssig gewordene Schwefelschlacken fallen; dadurch geschah ein Knall, welcher in der That nicht so heftig war, als bey dem vorhergehenden Versuch und bey dem gewöhnlichen Knallpulver, indessen war er doch weit stärker als derjenige, womit die Losbrennuug des gewöhnlichen Schießpulvers begleitet wird.

§. 37. Ein anderer Versuch, den ich mit dieser Art Pulver angestellet, überzeugt uns, daß der Grad der Wärme gewisser massen vieles dazu beytragen kann, daß sich die flüssige Materie schneller und auf einmal entwickelt, folglich daß auch die Würkung weit stärker und die Detonnation weit heftiger ist. Ich habe dieses schon in meiner zweyten Abhandlung §. 64. angemerket.

Versuch.

Wenn man den Salpeter, nachdem derselbe völlig geschmolzen ist, mit den flüssig gewordenen Schwefelschlacken vermischt, so bekommt man eine Detonnation, die alle die andern übertrift.

Ich kann bey dieser Gelegenheit nicht unterlassen, meinen Lesern zu sagen, daß es mir theuer zu stehen gekommen, daß ich verschiedene Vorsichtigkeiten verabsäumete, die bey dergleichen Versuchen unumgänglich nöthig sind, wenn man die Gefahr vermeiden will, der man dabey leicht ausgesetzt seyn kann. Ich thue dieses in der Absicht, diejenigen zu warnen, die es unternehmen wollen, dieselben zu wiederholen, und sie zu bitten, keine einzige zu verabsäumen.

§. 38. Die Würkung des Feuers auf das Pulver ist auch noch ein Umstand, welche die Auflösung des Acidi nitri und der phlogistischen Materie befördert, nach dem die Quantität derselben mehr oder weniger verbreitet ist, und eben deswegen die Entzündung in desto kürzerer und gleicher Zeit geschiehet, nach dem die

Flamme, welche aus den zuerst angezündeten Materien hervorbricht, stärker auf die andere, welche wegen dem Wiederstand der Luft oder eines andern zusammendrückenden Körpers zurücke bleibt, zurück getrieben wird, wie ich solches in dem ersten Kapitel gezeigt habe. Da sich nun die flüssige Materie eben so geschwinde entwickelt, als die Bestandtheile des Pulvers aufgelöset werden, so wird die Entwickelung dieser Materie um desto mehr zu gleicher Zeit geschehen, je stärker die Flamme zurücke getrieben wird.

§. 39. Die stärkere oder geringere Würkung des Pulvers hängt von der Elasticität oder Dichtigkeit der flüssigen Materie ab, und diese nehmen um desto eher ab, je leichter sich der Wiederstand, den dieselben zu überwinden haben, aus dem Wege räumen läßt, nnd also denselben ausweicht. Hieraus fließt denn, daß, wenn sich während der Zeit, da sich die flüssige Materie entwickelt, dieselbe in einen gar zu grossen Raum ausbreiten kann, die Würkung derselben dadurch sehr vermindert werden wird,

weil die Flamme nicht mehr mit solcher Lebhaftigkeit würken kann, und also die Entwickelung der flüssigen Materie nur nach und nach und sehr langsam geschieht.

Aus allen diesem ergiebt sich demnach, daß in allen den Fällen, welche ich in den Anmerkungen zum ersten Kapitel angeführt habe, (nemlich, wenn das Pulver sehr plötzlich verbrennt, und die daraus erzeugte flüssige Materie sich nicht sehr stark ausbreiten kann), die Würkungen allezeit um ein merkliches grösser seyn werden, als sie sich in den entgegen gesetzten Fällen offenbaren.

§. 40. Uebrigens kann uns ausserdem, was ich bishero in der Absicht abgehandelt habe, um zu zeigen, daß die Verschiedenheit in den Würkungen, welche man durch einerley Quantität von einerley Art Pulver bekommt, von der grössern oder kleinern Geschwindigkeit abhängt, mit der sich die flüssige Materie entwickelt, nichts einen deutlichern und vollständigern Beweis geben,

als die Versuche, welche ich in dem folgenden Kapitel beschreiben werde, und durch die ich gefunden habe, daß die Quantität der flüssigen Materie, welche sich entwickelt, allezeit in der Verhältniß der Quantität Pulver ist, welche ich zu dem Versuch genommen, und welches sich aufgelöset hat (1).

(1) Ich finde es vor nöthig diesen Ausdruck hinzu zu setzen, weil es öfters geschieht, daß sich das Pulver, welches man genommen, nicht alles entzündet, besonders geschieht dieses in Schießgewehren, weil der Wiederstand nur bis auf einen gewissen Grad stark genug gemacht werden kann, und derselbe entweder weichen oder das Gewehr zerspringen muß. Hier verhält es sich aber nicht also. Denn das äusserliche Feuer erwärmt alle Körner auf eine gleichförmige Art, ohne daß es nöthig ist, daß sich das Feuer nach und nach mittheilet, dergestalt, daß sich alle das Pulver entzündet, und ich bin versichert, daß unter einerley Proportion die Würkungen weit stärker sind.

Drittes Kapitel.

Von der relativen Quantität der flüssigen Materie, welche sich aus verschiedenen Quantitäten von einerley Art Pulver entwickelt.

§. 41. Es wird gemeiniglich als ein Grundsatz angenommen, daß die Quantität der flüssigen Materie, welche sich aus dem Pulver entwickelt, allezeit der Quantität proportional ist, welche davon aufgelöset worden, und man weiß auch, daß der Schwefel und Salpeter nichts dazu beytragen. Man kann also mit vielem Grunde behaupten, daß das Principium activum dieser flüssigen Materie blos in dem Salpeter enthalten ist, und daß es durch die Würkung der übrigen Substanzen aus demselben nach der Verhältniß, die sich zwischen denselben befindet, hervorgebracht wird. Ohngeachtet ich nun noch niemals an diesem Satze gezweifelt habe, so habe ich doch mich noch durch die Erfahrung davon überzeugen wollen, und man wird es

vielleicht nicht ungern sehen, wenn ich dieselben hier aus einander setze.

Versuch.

Ich nahm eine Barometerröhre, die ohngefähr 3 Zoll lang und an dem obern Theil gekrümmt war, dieser hatte mit einer Flasche Gemeinschaft, deren Hals ohngefähr einen Fuß lang war. Den Ort, wo diese beyde Stücke mit einander verbunden waren, verküttete ich mehrerer Bequemlichkeit willen mit Siegellack (m). Das andre Ende der Röhre war konisch, und das Loch eben so, nur daß die Figur umgekehrt war, damit die Flasche beständig auf einerley Art zu stehen kam. Eine andre Röhre war auf eine hermetische Art an dem gekrümmten Theile eines Barometers befestigt, und durch dieses Mittel wurde die Luft

(m) Auf diese Art konnte man das Pulver herein thun, ohne die Gefässe zu ändern, und im Fall die Flasche etwas gelitten hätte, so konnte man leicht in deren Stelle eine andre nehmen, deren Inhalt ich schon ausgemessen hatte.

aus der Maschine weggenommen. Der untere Theil des Barometers aber stand in einem Glase, welches mit Quecksilber angefüllt war, und das ganze Barometer war an einem Brette befestiget, auf dem man eine bewegliche Säule angebracht hatte, und auf diese Weise war der Beobachter ausser aller Gefahr. Die Quantität Luft, welche jedes mal ausgepompt wurde, war beständig gleich groß, so daß das Quecksilber beständig $26\frac{3}{4}$ Zoll hoch zu stehen kam. Ich hätte das Quecksilber noch leicht höher treiben können, ich wollte es aber mehrerer Sicherheit wegen nicht thun. Es blieben ohngefähr noch 8 Linien Luft in dem Falle übrig, da ich das Quecksilber auf die oben erwehnte Höhe getrieben hatte, und dieses war derjenige, in dem die Luft am meisten verdünnet war. Ich muß noch ausserdem anmerken, daß ich erstlich mit Beybehaltung eben der Höhe des Quecksilbers soviel Versuche machte, als es angehen wollte, und das Ende derselben festsetzte, wenn das Quecksilber eine wagerechte Stellung angenommen hatte; hernach veränderte ich die Höhe des

Queck-

Quecksilbers, und wiederholte dieselben auf eben die Art, und da fand sichs, daß, nachdem mehr oder weniger Luft zurücke geblieben war, sich auch der Fall des Quecksilbers veränderte. Ich hatte verschiedene Flaschen ausgesucht, und sie ausgemessen, so daß alle einerley Inhalt hatten, um dieselben im Falle es erforderlich seyn sollte, bey der Hand zu haben, und fieng darauf an, verschiedene Quantitäten Pulver anzuzünden, die gegen einander die Verhältniß der Zahlen, 1, 2, 3, 4, 5 rc. hatten; und das Quecksilber stand auf einer Höhe von 26¾ Zoll. Diesen Versuch wiederholte ich bey diesem Stande des Quecksilbers sechs mahl, und behielt dabey beständig die angezeigte Verhältniß unter den Quantitäten Pulver; dadurch fand ich, daß der mittlere Fall des Quecksilbers gleich nach der Entzündung, als auch, nachdem die flüssige Materie kalt geworden, eben diese Verhältniß beobachtete, das ist, die Verhältniß gedachter Zahlen. Ich brachte hierauf das Quecksilber auf einer Höhe von 26½ Zoll, nachgehends auf 26, und bekam allezeit eben das Resultat. Ich

veränderte darauf die Verhältniß der Quantitäten des Pulvers, und nahm dieselben in der Verhältniß des Zahlen 1, 2, 4, 8, und fand allezeit, daß der Fall des Quecksilbers sich nach eben dieser Verhältniß richtete.

§. 42. Hieraus läßt sich nunmehro mit Zuverlässigkeit schliessen, daß die Kraft und Elasticität verschiedener Quantitäten Pulver von einer gewissen Art, oder die Quantität der daraus erzeugten flüssigen Materien, der Quantität des verbrauchten Pulvers proportional ist, das ist, wenn man 2, 3, 4 ꝛc. mahl so viel Pulver nimmt, so wird auch 2, 3, 4 ꝛc. mahl so viel flüssige Materie erzeugt, und die Würkungen, wenn der Gegendruck einerley ist, werden 2, 3, 4 ꝛc. mahl grösser seyn.

§. 43. Aus demjenigen, was wir vorhin gesehen, läßt sich nunmehro bestimmen, wie groß die Quantität der flüssigen Materie in Absicht auf den Quantitäten des Pulvers ist, welche genommen werden, so wohl gleich nach der Entwickelung als auch nach dem sie sich wieder gesetzet, und wie groß die Elasticität eben dieser

flüssigen Materie bey der Entwickelung derselben ist. Nimmt man hier eine Subtraktion vor, so bekommt man die Summa aller der Ausdehnungen, das ist, der Luft bis zu dem Augenblick der Entzündung, und diejenige, welche sie noch in diesem Augenblicke leidet, ferner die Ausdehnung der flüssigen Materie, welche sich entwickelt; und weil die übrig bleibende Luft unveränderlich ist, so kann man durch Gegeneinanderhaltung verschiedener Resultate beynahe die Ausdehnung bestimmen, welche sie während der Zeit leidet, da die Entzündung vor sich gehet. Denn in der That würkt die Quantität der natürlichen Luft, welche man in der Maschine gelassen, beständig auf einerley Art und gleich stark, weil voraus gesetzt wird, daß einmahl so viel darinnen geblieben als das andere mahl. Sobald aber das Feuer seine Würkungen äussert, so wird auch diese Würkung der natürlichen Luft dadurch verändert. Ich habe dieselbe auf verschiedenen Seiten betrachtet, nachdem die Quantität des Pulvers, welche ich in eben dem Behältniß verbrännte, mehr oder

weniger groß war. Nun aber wird die Ausdehnung der natürlichen Luft in der Maschine durch die Erfahrung und Beobachtung gegeben, diese darf man aber nur abziehen, so begreift dasjenige was übrig bleibt, blos die Würkung in sich, welche die flüssige Materie und diejenigen Theile der Luft leiden, welche von den in Brand gesetzten Theilen unmittelbar berühret werden, so daß man sie ohne merkliche Fehler als Theile der erzeugten Materie selbst betrachten kann; will man aber genauer verfahren, so kann man meiner Meynung nach die völlige Ausdehnung der Luft zu der flüssigen Materie in der Verhältniß 2 : 3 setzen. Denn man kann hier anmerken, daß sich die flüssige Materie völlig in die entzündete Theile verlieret, und sich mit denselben auf das genauste vermischet, da unterdessen die Wärme, der Luft nur nach und nach, und so zu sagen Lagenweise mitgetheilet wird. Ohngeachtet nun zwar die von mir angegebene Verhältniß sehr willkührlich und aufs ohngefähr angenommen zu seyn scheinet, so bin ich doch sehr geneigt zu glauben, daß sie sich

nicht eben sehr weit von der Wahrheit entfernen wird. Inzwischen muß ich auch anmerken, daß dieselbe in den Schießgewehren noch kleiner ist, ja daß man dieselbe völlig aus der acht lassen kann, weil sich darinnen gemeiniglich eine so geringe Quantität Luft befindet, daß sie gegen die flüssige Materie, welche sich entwickelt, gar in keine Betrachtung kommen kann; es ist auch sehr wahrscheinlich, daß der größte Theil derselben aus dem Zündloche in dem Augenblicke getrieben wird, da das Feuer anfängt seine Würkungen zu äussern; überhaupt ist aber die Bestimmung nicht sehr groß, und dahero werden die Fehler, welche dabey vorgehen von keiner Wichtigkeit seyn.

§. 44. Aus diesen Versuchen kann man noch eine andre Induktion herleiten. Erstlich, wenn in der Maschine einerley Quantität Luft bleibet, so ist die Ausdehnung derselben von dem Augenblick an, da man das Feuer anbringt bis zu der völligen Entzündung des Pulvers gerechnet, einerley groß, so verschieden auch die Quantitäten des Pulvers sind, welche man in

Brand setzet, die Quantität des Feuers, welches man äusserlich anbringt, verursacht also keine Veränderung bey diesem Vorfall; dieses ist auch an und vor sich selbst klar, weil die Quantität der Luft beständig einerley ist, und das Pulver allezeit so viel als möglich einerley Lage hat. Denn wenn ein bestimmter Grad des Feuers erfordert wird, um das Pulver in Brand zu setzen, so kann eben dieser Grad des Feuers die Luft nur bis auf einen gewissen bestimmten Punkt ausdehnen, ausgenommen, wenn die Differenzen zu groß sind, die alsdenn von demjenigen abhängen, was §. 25. gesagt worden. Wenn übrigens das Feuer sehr lebhaft ist, so verschwinden diese Differenzen, und das mehr oder wenigere dabey hat auf weiter nichts als auf die Geschwindigkeit der Würkungen einen Einfluß. Zweytens ist der Raum den die flüssige Materie während der Entzündung einnimmt, beynahe noch einmahl so groß, als derjenigen, welchen dieselbe einnimmt, wenn sie wieder kalt geworden. Wir haben in der zweyten Abhandlung §. 13. gesehen, daß die

Dichtigkeit der flüssigen Materie in dem Pulver ohngefähr 2128 ist, nimmt man nun diese Zahl zweymahl, so wird die Zahl 4256 die Ausdehnung der flüssigen Materie währender Entzündung andeuten. Diese Ausdehnung stimmt mit derjenigen vollkommen überein, welche Amontons und Belidor angegeben.

§. 45. Durch Hülfe der angezeigten Methode kann man eine Scale von der Gewalt und Kraft der flüssigen Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, construiren, wenn man voraussetzt, daß der Gegendruck unveränderlich ist; ich werde indessen eine andre angeben, welche statt findet, wenn der Druck immer nach und nach grösser wird, und die um desto bequemer ist, da sie zu jedem Resultat keine neue Zurüstung erfordert. Ich habe die dazu erforderliche Maschine in dem ersten Kapitel §. 5. gegeben, und um sie mit desto sichern Erfolge zu der angezeigten Absicht gebrauchen zu können, habe ich noch eine in verschiedene Grade abgetheilte Regel hinzu gesetzet, welche sich in einen Rahme bewegen ließ, und die von der Ober-

fläche des Quecksilbers an, und neben der langen Röhre herauf gieng, um das Steigen und Fallen des Quecksilbers anzuzeigen. Es blieben ohngefähr 8 bis 9 Linien Luft in den beyden Theilen der Maschine, in einer jeden Kugel war ein Gran von dem feinsten gekörnten Pulver, und ich ließ allezeit die flüssige Materie sich völlig kondensiren, ehe ich das Pulver in der andern Kugel anzündete. Durch die Anzahl der Schwingungen eines Penduls konnte ich ohngefähr sehen, wie viel der stärkergewordene Druck zu der Geschwindigkeit der Entzündung beytrug; ich übergehe die andern kleine Precautions, die man nehmen muß, weil ich nicht Lust habe, das was ich am angeführten Orte gesagt, hier noch einmahl zu wiederholen.

§. 46. Der Erfolg von diesen Versuchen ist von dem Erfolge verschieden, den die andern gehabt haben, weil wir hier verschiedene Bedingungen weggelassen, und in deren Stelle andre gesetzt haben; sie stimmen aber in Ansehung der Bedingungen überein, welche dieselben gemeinschaftlich haben. Denn wir fangen dabey an,

daß wir gewahr werden, die Quantitäten der erzeugten flüssigen Materie sind beständig einerley; eben so aber verhält es sich nicht mit den Veränderungen des Quecksilbers in dem Augenblicke der Entzündung. Denn da die Intensität des Feuers, welches aus dem Pulver hervorbricht, beständig grösser wird, so wird dadurch die flüssige Materie und die Luft, welches zusammendrücken, immer mehr und mehr verdünnet, und aus der Vergleichung verschiedener auf einander folgenden Glieder in verschiedene Reihen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Kraft beynahe dem Drucke proportional ist. Wir sehen auch, daß das Pulver weit leichter denjenigen Grad der Wärme bekommt, welchen es haben muß, wenn es sich entzünden soll: denn die Anzahl der Schwingungen des Penduls nimmt in einer Progression ab, darinnen die Differenzen der Glieder immer grösser werden, dieses ist aber eine Folge von dem was wir schon vorher angemerkt haben.

Viertes Kapitel.

Methode, deren ich mich bedienet, um die Intensität der Wärme bey verschiedenen Quantitäten Pulver in dem Raume zu messen, welcher mit Luft gefüllt ist, und die Würkungen, welche dieselbe hervorbringt; Betrachtungen über den verschiedenen Dämpfen, welche vom Schwefel, Pulver, Lunten und brennenden Lichtern ꝛc. hervorgebracht werden, und von der Methode, deren ich mich bey den in dieser Absicht angestellten Versuchen bedienet.

§. 47. Die Meinungen der Gelehrten scheinen über diesen Punkt sehr verschieden zu seyn, allein diese Verschiedenheit ist im Grunde blos scheinbar, und kommt daher, weil sie sich über die Art, wie sie die Intensität des Feuers, welches aus dem Pulver erzeugt wird, bestimmen, gar zu unbestimmt ausdrücken. Denn ich kann mir nicht vorstellen, woher die verschiedene Meinungen über eine Sache herrühren sollten, welche sich durch die Erfahrung völlig entscheiden läßt; ich bin vielmehr völlig überzeugt, daß

wenn man die Frage in die gehörige und bestimmte Ausdrücke vorträgt, alle Wiedersprüche dabey verschwinden werden. Inzwischen glaube ich, daß diese Intensität verschiedenen Modifikationen unterworfen ist, und daß dieselbe mehr oder weniger groß ist; nach dem man 1) in ein und eben demselben Raume, in dem man die Entzündung vornimmt, die Quantität des Pulvers vermehrt oder vermindert, oder 2) wenn die Bestandtheile bald diese bald eine andre Verhältniß gegen einander haben; endlich kann auch 3) die Lage und Einrichtung der verschiedenen Theile des Pulvers, einigen Antheil daran haben ꝛc. ꝛc. und ich zweifle nicht, daß man noch mehrere dergleichen Umstände sollte entdecken können, welche allerhand Veränderungen hervorzubringen im Stande sind.

§. 48. Uebrigens ist es ausgemacht, und die Erfahrung bestätiget dasselbe auch, daß währender Zeit, da sich die flüssige Materie entwickelt, dieselbe einen noch einmahl so grossen Raum einnimmt, als wenn dieselbe kalt geworden, und dadurch eine grössere Dichtigkeit er-

halten, §. 44. Die Hitze also, welche das Pulver in einem Schießgewehre hat, wird mit dieser beynahe einerley seyn, und dieser Satz, der nunmehro als bekannt angenommen werden kann, wird hinreichend seyn, um die in der Artillerie vorkommende Aufgaben mit einer ziemlichen Genauigkeit aufzulösen.

§. 49. Da die Umstände, welche zusammen kommen, um die Intensität des Feuers, welches aus einer gegebenen Quantität Pulver hervorgebracht wird, mehr oder weniger würksam zu machen, so sehr verwickelt, und die Mittel, deren man sich bedienen muß, um dieselbe mit einiger Genauigkeit, selbst nur Verhältnißmässig zu bestimmen, so zusammen gesetzt sind; so glaube ich Gründe genug zu haben, mich bey den Versuchen zu beruhigen, welche ich bald beschreiben werde, von denen ich aber aufrichtig gestehen muß, daß sie noch sehr weit von derjenigen Genauigkeit und Schärfe entfernet sind, welche nicht allein im Stande sind die Sache besser aufzuklären, sondern auch erfordert werden, um eine Materie gehörig aus einander zu

setzen, und eine glückliche Verbindung zwischen derselben und verschiedene andere zu machen. Was ich hier neues sagen werde, kann dazu dienen, jemanden der mehrere Musse hat, einige neue Aussichten zu verschaffen, die er erweitern und zum Nutzen der menschlichen Gesellschaft anwenden kann, ohne daß er nöthig hat erst verschiedene unnütze und unglückliche Versuche zu machen. Aus dieser Ursach werde ich selbst dasjenige anführen, was ich öfters unternommen habe, wenn mir gleichwohl nicht allezeit gelungen ist.

§. 50. Ich habe mich erstlich des Termometers bedienet, dessen ich in dem zweyten Kapitel dieser Abhandlung §. 15. Erwähnung gethan: Allein bey dem dritten Löffel voll Pulver (davon ein jeder eine halbe Unze hielt, und darin die Composition aus drey Theilen Salpeter, einen Theil Schwefel und einen Theil ganz feucht gemachter Kohlen bestand) war das Queckfilber so heiß, daß das Glas anfieng zu schmelzen. Anstatt also das Pulver in einen kleinen Schmelztiegel zu werfen, und es daselbst anzu-

zünden, nahm ich eine Art von geschmolzenem Zeuge von eben der Composition, und that es unter einer Presse, das Thermometer stand auf einen Fuß, den man durch Hülfe einer Schraube ohne Ende, bald hoch bald niedrig machen konnte, damit die Kugel so viel als möglich allezeit einer gleichen Quantität Feuer ausgesetzt war; kaum aber war ein Drittel von der ganzen Masse verbrannt, so war auch schon das Glas geschmolzen. Als ich hernach die Gläser so verfertigen ließ, daß sie oben offen waren, so hatten sie dem allen ohngeachtet ein gleiches Schicksal. Ich setzte also die Thermometer bey Seite und nahm ein Pyrometer, hatte aber damit kein besser Glück, weil ich alle die Umstände nicht so in meiner Gewalt bringen konnte, daß ich von ihrer Indentität versichert seyn konnte.

§. 51. Da ich mich demnach gezwungen sahe alle die Mittel fahren zu lassen, die bishero bekannt waren, und durch die ich hoffen konnte einige Genauigkeit zu erhalten, so dachte ich darauf eine neue Methode zu versuchen, durch die ich wenigstens die Gränzen entdecken könnte,

aber auch dieses konnte ich nicht mit der Prezision verrichten, welche ich wohl gewünscht hätte. Inzwischen ist doch diejenige, deren ich mich bedienet ziemlich einfach und bequem, und vielleicht kann ich mich einander mahl derselben mit einem bessern Erfolge bedienen.

§. 52. Diese Methde bestehet darin. Ich nahm verschiedene sehr dünne Platten von allerhand Metallen aber von einerley Gewichte, und warf dieselbe in einen Schmelztiegel, in dem ich auch die Quantitäten Pulver schüttete, davon eine jede Dose eine halbe Unze wog, und übrigens von der §. 50. angezeigten Composition war. Ich zündete hierauf die erste an, und sobald dieselbe beynahe völlig verbrannt war, warf ich die zweyte in den Tiegel, auf der auf eben die Art eine dritte folgt, und so gieng das in einem fort. Der Erfolg von diesem Versuch war folgender.

I.

Das Bley und das Zinn schmolzen, nachdem die erste Dose verbrannt war.

II.

Der Zink entzündete sich, nach dem ohngefähr die Hälfte von der zweyten verbrannt war.

III.

Der Messing und eine Münze schmolzen, und liessen auf dem Boden etwas Schlacken zurück am Ende der vierten Dose.

IV.

Das Silber verwandelte sich in Glas bey der sechsten Dose.

V.

Das Kupfer fieng an zu schmelzen, nachdem die sechste Dose beynahe ausgebrannt war, und war schon völlig geschmolzen, ehe die siebende Dose aufgehört hatte.

VI.

Die Eisenfeilspähne schienen einen unförmlichen Klumpen bey der zehnten Dose zu machen, allein der Boden des Tiegels bekam zu eben der Zeit ein Loch, aus dem die Flamme mit aller Gewalt hervor drang, der Diameter desselben war drey Linien und die Figur desselben war dem Ansehen nach völlig Zirkelförmig.

§. 53.

§. 53. Ohngeachtet nun zwar der Grad der Wärme oder das würkliche Feuer, diese Würkungen bey den Versuchen hauptsächlich hervorbrachte, so glaube ich doch aus vielen Gründen vermuthen zu können; daß der Schwefel auch einen ziemlichen Antheil daran gehabt. Ich nahm mir dahero vor dieselben auf eben die Art noch einmahl zu wiederholen und zu diesen Versuchen eine solche Vermischung zu nehmen, in der kein Schwefel war. In der That fand ich einigen Unterschied in Ansehung der Leichtigkeit, mit der die Materien schmolzen, besonders bey den Eisenfeilspähnen und dem Kupfer, denn es währete weit länger ehe dieselbe schmolzen. Hingegen schmolzen andre, als die Münze, weit geschwinder, und das Silber verwandelte sich weit eher in Glas.

§. 54. Mit diesen beyden Operationen war ich aber noch nicht zu frieden. Ich wollte auch sehen, ob ich nicht eben diese Würkungen durch die blosse Mittheilung der Wärme erhalten könnte. In dieser Absicht warf ich die Platten in einen Tiegel, welchen ich über das Becken

hielt, in dem ich die Vermischung anzündete. Man begreift von selbst, daß ich eine weit grössere Menge Pulver nehmen mußte, aller meiner genommenen Vorsicht ohngeachtet aber, fand das Phänomenon bey dem Eisenfeilspähnen nicht statt. Beyläufig muß ich auch bemerken, daß alle diese Würkungen weit schneller erfolgen, wenn man solch Pulver nimmt, in welchem kein Schwefel ist.

§. 55. Ich machte endlich noch einen Versuch, und that in einen kleinen Topf, dessen Oefnung weit kleiner war als der innere Raum und die Basin desselben, einen Teig, den ich aus Schwefel, Kohlen und ein wenig Olivenöhl verfertiget hatte (n): nachdem sich diese Vermischung entzündet hatte, reverberirte ich die Flamme mit einem Blaserohr auf eine silberne Platte, welche noch dicker war als die erstern, und diese wurde bey der zweyten Dose, welche

(n) Man muß diesen Teig einige Zeit an ein langsames Feuer setzen, damit ein Theil von dem Oehle evaporiren kann, denn es bleibt doch allezeit noch genug übrig.

eben so wie die erstere von einer halben Unze war, und wie ich sie beständig genommen hatte, in Glas verwandelt.

§. 56. Alles dasjenige, was ich bishero von der Intensität des Feuers, welches aus dem Pulver hervorbricht, angeführt habe, dienet zum Beweise, daß sich dieselbe bis ins unendliche auf verschiedene Arten vermehren läßt. Dieses darf uns gar nicht fremde vorkommen, denn wenn man alle die verschiedene Umstände in Erwägung zieht, von denen die Flamme begleitet wird, so findet man alle die Kennzeichen des heftigsten Feuers an derselben. Denn die Geschwindigkeit oder die Schnelligkeit mit der die brennbare Theile einander das Feuer mittheilen; der gewaltige Wiederstand, den die Theile der Luft derselben entgegen setzen, und dadurch, daß sie die allzu starke Ausdehnung der Flamme verhindern, die Dichtigkeit derselben vermehren; die nach und nach erfolgende Entwickelung der flüssigen Materie, durch welche die Bewegung der Flamme akzelerirt wird, alle diese Dinge sind entscheidene Kennzeichen

der Würksamkeit, welche diese Flamme von allen andern unterscheidet. Eben diese erstaunende Geschwindigkeit, mit der sich die brennbare Theile aufreiben, verhindert auch, daß derjenige Körper, welcher sie umgiebt, nicht so leicht einen eben so grossen Grad der Wärme erlangen kann.

§. 57. Dieses ist ohngefähr ein kurzer Abriß von den Untersuchungen, welche ich über diese Materie angestellt habe. Ich gestehe gern, daß man dieselbe weit methodischer abhandeln und sich in weitläuftigere Untersuchungen einlassen könnte. Vielleicht wird aber ein geschickter und sinnreicher Künstler, der sich in solcher Verfassung befindet, daß er daraus einigen Nutzen ziehen kann, bessere Gelegenheit haben, auf dergleichen Versuche die Sorgfalt und die Zeit anzuwenden, welche dieselben unumgänglich erfordern. Denn obschon die ganze Sache gleich anfänglich eben nichts ausserordentliches verspricht, so kann es doch geschehen, daß, wenn sie genauer durchgegangen wird, und die verschiedene Theile derselben mit mehrerer Auf-

merksamkeit untersucht werden, sich allerhand Begebenheiten entwickeln, welche aller Aufmerksamkeit würdig seyn können. Ich sage dieses in so fern als es mir die flüchtige Beobachtungen erlauben, welche ich über die besondern Fälle angestellt habe, die ich bishero abgehandelt. Uebrigens hat sich, so viel ich weiß noch niemand gefunden, welcher es unternommen gehabt, diese Sache zu untersuchen, und wenn die Art, wie ich verfahren, nicht eben den Grad der Genauigkeit zu haben scheint, welchen die Wichtigkeit des Gegenstandes erfordert, so muß ich gestehen, daß ich denselben nur deswegen vorgenommen hatte, weil derselbe in einer etwas entfernten Verbindung mit demjenigen stand, was ich hauptsächlich zu meinem Endzwecke genommtn hatte, zweytens habe ich schon verschiedene andre Ursachen davon bereits angeführet. Ich bin inzwischen zufrieden, daß ich die ersten Versuche in dieser Materie geliefert, jetzt will ich denn noch die Phänomena anzeigen, welche ich bey verschiedenen Arten von Dämpfen entdeckt habe, und die bey mir ver-

schiedene Zweifel über die der Lehre von der Verzehrung der Luft, und daß man sie zuweit ausdehnet, erweckt haben.

§. 58. Dieser Gegenstand zeiget schon gleich, daß man sich sehr sorgfältig angelegen seyn muß, denselben sehr genau zu folgen. Es ist hier die Frage von einer Theorie, welche dazu dienet, den Grund von verschiedene ausserordentliche Phänomena anzugeben, die man ohne ihrer Hülfe nicht erklären könnte, und davon die Ursach vielleicht völlig unbekannt bleiben würde. Uebrigens ist dieselbe überall angenommen, und ich bin immer der Meinung gewesen, daß man öfters zu geschwinde *seine Zuflucht* zu derselben nimmt. Das Ansehen verschiedener Gelehrten, die sich besonders hervorgethan haben, die Versuche, auf welche sie ihre Meynung gebaut, und davon sie uns eine genaue Beschreibnng mitgetheilet haben, scheinen uns zu berechtigen, aus dieser Theorie die leichtesten und glücklichste Erklärungen herzuholen. Dieser Vortheile ohngeachtet aber, habe ich doch beobachtet, daß alle die Dämpfe,

denen man die Eigenschaft beylegt, daß sie die Luft absorbiren, und die Elasticität derselben fixiren, in der That diese Eigenschaft nicht haben, und ich glaube entdeckt zu haben, daß die Methode, deren man sich in dieser Art von Analyse bedienet, verschiedenen Unbequemlichkeiten unterworfen ist, und daß davon die Zweydeutigkeiten herrühren können, in welche man verfallen ist. Eben dieses hat mich bewogen, meine Gedanken über diese Materie zu sagen, und behalte mir vor dieselbe besonders und weitläuftiger abzuhandeln. Mittlerweile sollen einige Betrachtungen und Versuche, die mit etwas mehrerer Vorsicht angestellt worden, dazu dienen, um uns in den Stand zu setzen, zu beurtheilen, wie weit wir dergleichen Arten von Erfahrungen trauen dürfen. Ich will aber eben nicht alle Verzehrung und Absorbzion wiederlegen, sondern ich will nur zeigen, daß es solche Dünste giebt, von denen man glauben sollte, daß sie die Ursach davon wären, da sie es doch in der That nicht sind.

§. 59. Das Verfahren, dessen sich verschiedene Naturkündiger vom ersten Range (o) bedienet haben, um Erfahrungen über die Verzehrung der Luft anzustellen, sind die Verbrennung, die Destillation und Fermentation der Substanzen, oder die Efferveszenz, welche ihre Vermischung hervorbrachte. Das Wasser ist das Mittel, welches dazu diente, alle Gemeinschaft zwischen der Luft in den Gefässen und der Luft ausser denselben aufzuheben. Bey den Erfahrungen, welche man durch Hülfe der Verbrennung und der Fermentation anstellte (p), brachte man die Materien, wenn sie völlig in Brand gesetzt, oder in einer Fermentation waren, unter einen Recipienten, dergestalt, daß die absolute Quantität der Luft, welche sich

(o) Halles, Muschembroeck, Haucksbee &c.

(p) Als da sind die Lunten und angezündete Kerzen. Crocus martis, Eisenfeilspähne, Schwefel und Wasser: das Sal volatile aus dem Sal Ammoniack und Kalk; denn man weiß, daß diese Substanzen kaum mit einander vermischt werden, sich sogleich ein Dampf erhebet.

in denselben befand, kleiner war, als diejenige Quantität, welche darinnen seyn würde, wenn man sie auf irgend eine Art in dem Behältniß selbst angezündet hätte, indem man vorhero alle Gemeinschaft aufgehoben, oder sie unter dieser Vorsicht zur Fermentation geschickt gemacht hätte.

§. 60. Ein anderer Umstand von dem ich mich bishero noch nicht habe völlig versichern können, den ich aber doch aus vielen Ursachen nicht verschweigen kann, weil derselbe allein im Stande ist, den Erfolg von allen diesen Versuchen zweifelhaft zu machen, bestehet darinnen. Es ist mir beständig vorgekommen, daß, wenn die Luft sehr verdünnet worden, dieselbe in die Theile des Wassers eindringen kann, dergestalt, daß die Absorbzion öfters durch eben dasjenige Mittel geschieht, welche die Gemeinschaft zwischen der äussern Luft aufheben soll. Ob man nun zwar weiß, daß das Wasser eine Quantität Luft in sich ziehen kann, so weiß man doch auch, daß dasselbe nur eine bestimmte Quantität davon einnehmen kann. Ich habe

aber Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß bey dieser Wahrheit verschiedene Einschränkungen statt finden können.

§. 61. Ich muß aber den Versuch anführen, der mich auf diese Gedanken gebracht hat.

Versuch.

In einem Gefässe, welches ohngefähr zwey Fuß hoch war, setzte ich eine Röhre, welche 6 Fuß lang war, und im Diameter ohngefähr 6 Linien hielt. Diese Röhre verband man nun entweder auf eine hermetische Art mit einer Flasche, oder es befand sich schon an derselben eine gläserne Kugel, welche man vorhero ans Feuer gehalten, um einen Theil der Luft desto leichter aus derselben fortzuschaffen.

Nachdem die Maschine die Temperatur der Luft angenommen hatte, und das Wasser bis auf einen gewissen beständigen Punkt in der Röhre gestiegen war, so zeichnete ich mit einem Faden, welcher mit Wachs bestrichen war, den höchsten Standpunkt des Wassers an, und da man sich der Kugel selbst in einiger Entfernung nicht

nähern durfte, aus Furcht die Luft, welche in derselben enthalten war, etwas zu verdünnen, und dahero zu verursachen, daß das Wasser in der Röhre etwas fallen möchte, so ließ ich nochmals die ganze Maschine eine Zeit über in diesem Zustande, wie ich vorhero gethan hatte, und untersuchte hernach auf das sorgfältigste, ob der Faden noch genau den Punkt bezeichnete, bis auf den das Wasser gestiegen, und daselbst sich in einer wagerechten Stellung gesetzet hatte. Nachdem ich alle diese Vorsicht angewandt hatte, brachte ich hernach der Kugel eine Flamme Stuffenweise immer näher, und sobald dieselbe sich etwas erhitzet hatte, und ausser Gefahr war zu schmelzen, machte ich sie endlich so warm, daß das Wasser gezwungen war auf das geschwindeste herunter zu sinken, ohne doch aber aus der Röhre heraus zu fliessen, wodurch die Luft selbst mit würde heraus gegangen seyn. Hierauf entfernte ich mich wieder von der Maschine wie vorher, und wurde einige Zeit darauf gewahr, daß das Wasser in der Röhre

über den Punkt stieg, welchen ich angezeichnet hatte.

§. 62. So einfach dieser Versuch ist, muß man doch dabey alle mögliche Behutsamkeit gebrauchen, und mit vieler Sorgfalt verfahren. Ich habe bereits verschiedenes angeführt, was beobachtet werden muß, und ich will nur noch hinzu setzen, daß man denselben in einem solchen Zimmer vornehmen muß, in dem man die Veränderungen in der Atmosphäre eben *nicht* merklich spüren kann. Man bedarf dazu keines Feuers, noch darf dies Zimmer eben sehr ventilirt seyn, denn man hält sich darin nur so lange auf als es unumgänglich nöthig ist, und man muß die angezündete Kerze so lange da lassen, bis man mit seinen Beobachtungen zu Ende gekommen. Mehrerer Sicherheit halber muß man ein sehr genaues Barometer und Thermometer haben. Wenn man aber auch alle diese Vorsicht gebraucht, so gehet doch der Versuch nicht allemal so von statten, als man es wohl wünschen könnte, und das vermuthlich deswegen, weil das Wasser sich leicht bewegen,

und eine Veränderung die andre aufheben kann; indessen ist kaum unter zwanzigen einer fehl geschlagen, und ich behalte mir vor, noch fernere Anmerkungen darüber zu machen.

§. 63. Das was ich hier angemerkt habe, ist hinreichend, uns zu überzeugen, daß die Methode, deren man sich bedienet, um dergleichen Versuche zu machen, ungewiß und unzureichend ist, weil sie uns leicht in einen Irrthum verleiten kann. Denn da man nicht genau weiß, wie stark die Luft während der Zeit verdünnet worden, da man die Gemeinschaft, zwischen der Luft, in den Gefässen und der äussern, aufgehoben, indem man nicht die Quantität weiß, welche sich in dem Wasser herein gezogen haben kann, so kann man nicht mit Grunde behaupten, daß daselbst eine Absorbzion vorgegangen. Einige Substanzen, welche ich auf die einfachste Art untersucht habe, und die, nachdem sie sich in Dünste verwandelt gehabt, die Luft keinesweges absorbirt haben, ohngeachtet ich mit derselben nach der Methode verfahren, die man bishero

in dergleichen Untersuchungen angenommen gehabt, und die ich auch von allen als solche Dünste angesehen werden, welche die Luft verzehren, haben mich in dem Zweifel befestiget, welche ich schon längst darüber gehabt hatte.

§. 64. Ich muß nunmehro auch die Methode anzeigen, deren ich mich bedienet habe, um eben diese Würkungen zu bekommen, nachdem ich aber alles so veranstaltet hatte, daß ich sicher vor alle Zweydeutigkeit war. Diesem Entwurf soll ein Verzeichniß der Substanzen folgen, welche ich zu den Versuchen genommen, und was daraus erfolget.

§. 65. Ich that die Substanzen, welche ich anzünden wollte, vermittelst dem einen Ende der Röhre, welche die Gemeinschaft unterhalten sollte, und welche an der einen Seite des Halses derselben hermetisch angeschlossen war, in verschiedene Flaschen, von denen das äusserste Ende des Halses auf eben die Art mit einer langen Röhre verbunden war, die man in Form eines Barometers gekrümmt hatte, und in der ebenfalls Quecksilber enthalten war, und

eben deswegen die Stelle eines Barometers vertreten sollte. Nachdem die Flamme beschaffen war, welche ich darinnen hervorbringen wollte, und das Mittel, dessen ich mich in dieser Absicht bedienen mußte, ließ ich entweder die Luft in dem Behältniß oder ich schafte einen Theil derselben, durch Hůlfe des Feuers heraus, wie ich schon angemerkt habe. Nachdem ich die Oefnung an der Seite, durch welche ich die Substanzen herein gebracht, mit Siegelwachs verschlossen hatte, so brachte ich die Flamme entweder durch Hůlfe eines Brennspiegels hervor, wie ich bey dem Schwefel gethan hatte, oder vermittelst einer andern Flamme. Ich ließ hernach die Maschine in diesem Zustande bleiben, und untersuchte sie zu verschiedenen malen des Tages: Ich hatte auch an eben dem Orte ein Barometer, ein Thermometer und eine zugeschlossene Flasche gesetzet, an deren Ende eine krumme Röhre befestiget, und mit Quecksilber angefüllt war, alles dieses zusammen machte nur eine Maschine aus, und war im Grunde ein Baroscop.

§. 66. Weil ich nicht im Stande war eine allzu langwierige Arbeit zu unternehmen, so nahm ich blos Schwefel, Pulver und Lunten, um zu sehen, was damit vorgehen würde. Ich zündete den Schwefel mit einem Brennglase an, und wurde dabey eben wie Olaus Borrichius einen Rauch gewahr, welcher durch die Pore des Glases an eben demjenigen Orte drang, wo die Stralen auffielen, welche ich in dem Brennpunkte gesammlet hatte; allein das Quecksilber machte nicht die geringste Bewegung, nachdem die Luft in der Flasche wieder kalt geworden war. In der Flasche, in welcher ich zwey Gran Pulver gethan hatte, bekam ich ohngefähr vier Zoll Luft weniger. Dieses Pulver zündete ich durch Hülfe einer angezündeten Kerze an, und nach Verlauf von einer halben Stunde ohngefähr blieb das Quecksilber unbeweglich an dem Punkte stehen, den ich mit dem mit Wachs bestrichenen Faden bezeichnet hatte, und veränderte sich nicht eher, als bis in der äusserlichen Luft einige Veränderungen vorgiengen; eben dieses geschahe auch bey dem Lunten.

§. 67.

67. Die Zeit verhindert mich jetzt ein mehreres davon zu sagen; was nun die angezündete Lichter anbelanget, so wird der Herr D. Cigna, mein gelehrter Freund, die Versuche, welche wir beyde darüber angestellt haben, mittheilen. Wenn meine Geschäfte es erlauben, so werde ich noch verschiedene Untersuchungen über diese Materie anstellen, ich werde die Versuche wiederholen, und dieselben mit mehrerer Sorgfalt und Genauigkeit anstellen, besonders werde ich das VI Kapitel von der Statica vegetabilium, eines der vortreflichsten Werke des würdigen Herrn Halles, vornehmen.

§. 68. Diese Materie muß überdem mit so vieler Vorsicht untersucht werden, daß man nicht genug auf seiner Huth seyn kann, alle die kleinen Unbequemlichkeiten zu vermeiden, welche darauf öfters einen sehr wesentlichen Einfluß haben können. Wie leicht verdünnet sich nicht die Luft? und wenn ihre Elasticität vermehrt wird, so kann man nicht so leicht gewahr werden, um wie viel die absolute Quantität derselben in dem Behältnisse vermindert worden.

Wenn man dieses bedenket, so wird man überzeugt werden, daßt es leicht möglich ist, in einen Irrthum zu verfallen.

Fünftes Kapitel.

Untersuchung des Pulvers ohne Schwefel.

§. 69. Dieses Kapitel ist hauptsächlich zu einigen Betrachtungen über den Gebrauch bestimmt, den man in der Praxin von dem Pulver ohne Schwefel machen kann. Ich habe bereits in der zweyten Abhandlung einige Grundsätze festgesetzet, auf welche dieselben gebauet sind, und ich glaube, daß, nachdem man das zweyte und dritte Kapitel in dieser Abhandlung gelesen hat, man im Stande seyn wird, schon im voraus die Würkungen zu bestimmen, welche man davon erwarten kann, ohne sich blindlings in kostbare und ungewisse Versuche einzulassen, wenn solche besonders auf keine gründliche Theorie gebauet sind. Ich muß übrigens hier anmerken, daß der Verfasser des

Artikels Kunstfeuer in der Encyclopedie der erste gewesen, welcher angerathen hat, dieses Pulver bey der Artillerie einzuführen. Ich wußte dieses damals nicht als ich meine zweyte Abhandlung aufsetzte, und ich habe dieses nur in einer Anmerkung anzeigen können. Uebrigens bin ich sehr weit davon entfernt, diesem Pulver eben die Vortheile zuzusprechen, welche ihm der Verfasser in gedachtem Artikel beyzulegen scheinet.

§. 70. In der That folgt aus dem, was ich bishero angeführt habe, daß man mit einer kleinern Quantität von diesem Pulver als dem gewöhnlichen einen Körper bis auf eine gegebene Entfernung treiben kann, dieses muß allerdings einen beträchtlichen Unterschied in dem Verbrauch des Pulvers verursachen, und noch mehr in den Kosten, weil, wenn alle Umstände einerley bleiben, dieses Pulver den wenigsten Aufwand erfordert. Wenn man aber die Ursach untersucht, der die grosse Gewalt dieses Pulvers zuzuschreiben ist, so wird man gewahr werden, daß dieser Vortheil auf der einen Sei-

ten durch viele und grosse Unbequemlichkeiten auf der andern wieder aufgehoben wird.

§. 71. Ueberhaupt kann die Gewalt des Schießpulvers von nichts anders herkommen, als von der Quantität der flüssigen Materie, welche sich entwickelt, und diese Kraft kann auch durch die Geschwindigkeit der Entwickelung, und nach dem dieselbe mehr oder minder zu gleicher Zeit geschieht, sehr verstärket werden (2te Abhandlung §. 40. 41.). Daß nun dieses Pulver ohne Schwefel, so viele Vorzüge von dem andern haben soll, kann wohl nicht von der grössern Quantität der flüssigen Materie herrühren, welche sich entwickelt haben soll, weil sich in dieser Ladung wirklich weniger Salpeter befindet, als in der andern; die grössere Gewalt desselben hängt also lediglich von der grössern Geschwindigkeit ab, mit der die Fortpflanzung des Feuers und die Entwickelung der flüssigen Materie geschieht, (2te Kapitel §. 38.). Dergestalt, daß wenn die Würkungen unveränderlich bleiben, die Quantität der flüssigen Materie, welche aus verschie-

denem Pulver erzeugt wird, der Geschwindigkeit umgekehrt proportional seyn muß.

§. 72. Weil nun die Richtung und Elevation eines gewissen Geschützes durch nichts anders verrückt werden kann, als wenn durch die Würkung der flüssigen elastischen Materie, das Kanon in einer andern Richtung zurückgetrieben wird, welche es vor dem Schuß gehabt, es sey nun, daß die Irregularitäten, welche sich an dem Stücke selbst befinden, zum Exempel, wenn es an der einen Seite am Metalle dicker ist, oder die Räder nicht gehörig eingerichtet sind, die Bettung nicht Horizontal ist rc. daran schuld seyn; so kann man leicht begreifen, daß diese Irregularitäten desto häufiger und beträchtlicher seyn werden, je geschwinder man annimmt, daß sich die flüssige Materie entwickelt.

§. 73. Man setze nunmehro voraus, daß die Würkung, der beyden Ladungen, oder die Geschwindigkeit, welche der Kanonkugel beygebracht wird, einerley ist, so ist offenbar, daß wenn das Kanon bey seinem Zurückspielen

nicht den Wiederstand zu überwältigen hätte, welcher durch das Reiben erregt wird, so ist offenbar, sage ich, daß die Veränderungen in der Richtung einerley seyn müssen. Eben so verhält es sich aber nicht, wenn wir auf den Wiederstand sehen wollen. Denn der Ausdruck vor dem Element der Geschwindigkeit, mit der das Geschütz zurück getrieben wird, ist nicht dem Drucke proportional, welchen die flüssige Materie auf demselben ausübet, sondern er ist dem Drucke alsdenn erst proportional, wenn derselbe um eine Quantität vermindert wird, die man der Geschwindigkeit proportional annehmen kann, mit der das Kanon bey jedem Augenblick der Zeit zurücke weicht. Sucht man nun bey dieser Hypothese durch Hülfe der Integralrechnung, den allgemeinen Ausdruck vor diese Geschwindigkeit, indem man nach der Natur dieser Aufgabe voraussetzet, daß diese Geschwindigkeit bleibt, wenn die flüssige Materie aufhöret auf dem Geschütz zu würken, oder welches einerley ist, wenn man voraussetzet, daß diese Geschwindigkeit einerley bleibt,

wenn man nicht auf den Wiederstand sieht, so wird man dieselbe allezeit kleiner finden, wenn die Elasticität kleiner ist (q). Hieraus

(q) Eine sehr leichte Betrachtung kann einem jedem in Stande setzen, ohne Calkul das was wir hier sagen, einzusehen. Das Gesetz, nachdem sich die flüssige Materie entwickelt, mag beschaffen seyn, wie es will, so ist offenbar, daß man die Geschwindigkeiten, welche den Kugeln von verschiedenen Ladungen in jedem Augenblick mitgetheilet werden, (Fig. 4.) durch die Geschwindigkeiten vorstellen kann, welche zwey Körper nach und nach erlangen würden, wenn sie sich auf den Linien A G, A Q herab bewegten, und weil man voraus setzet, daß beyde Kugeln gleich weit getrieben werden sollen, so müssen sich die Linien A Q A G, an der Horizontallinie B Q endigen. Es ist überdem offenbar, daß, wenn man von dem Reiben abstrahirt, die Geschwindigkeiten, mit denen das Kanon in jedem Augenblicke zurücke weicht, den Geschwindigkeiten der Kugeln selbst, und folglich den Geschwindigkeiten der Körper proportional seyn werden, welche die Linien A Q, A G, herab gehen Wenn man nun dieses voraus setzt, und man will die Veränderungen finden, welche das Reiben in den Geschwindigkeiten verursachen

läßt sich denn leicht schliessen, daß das zurücke spielen, und also auch die Veränderungen in der Richtung allezeit stärker seyn werden, wenn

kann, mit denen das Kanon in beyden Fällen zurücke weicht, so kann man sich vorstellen, daß diese beyde Körper selbst in ihren Bewegungen auf den Linien A G, A Q diesen Wiederstand leiden. Man setze ferner, daß diese beyde Körper in den Punkten D, E gleiche Geschwindigkeit haben (und diese Voraussetzung findet in der That in dem Punkte A statt, wo die Geschwindigkeit der Körper = o ist), so ist offenbar, daß, wenn man die Linien ce, CE unendlich nahe an einander zieht, der Wiederstand, welchen beyde Körper empfinden, weil derselbe den Geschwindigkeiten proportional ist, und folglich = DE, weit stärker auf den Körper würken wird, welcher sich der Linien A G beweget, weil Ee grösser als Dd ist. Wenn man also mit auf das Reiben sieht, so wird die Geschwindigkeit des Körpers, welcher sich in der Linie A B bewegt, allezeit kleiner seyn als die Geschwindigkeit desjenigen Körpers, welcher sich in der Linie A G bewegt, so bald beyde an eine jede willkührliche Horizontallinie B Q kommen. So bald die Würkung der flüssigen Materie völlig aufhöret, so wird die Ge-

das Pulver stärker ist, wenn auch gleich die Schußweiten einerley sind.

§. 74. Alles dasjenige, was ich hier gesagt habe, läßt sich auch offenbar auf den Fall anwenden, wenn der Vorschlag in dem Kanon mit ganzer Gewalt herunter getrieben wird, und also der flüssigen Materie einen stärkern Wiederstand entgegen setzet. Eine andere Unbequemlichkeit, deren ich in der Anmerkung zum §. 7. des 2ten Kapitels Erwähnung gethan, ist die Gefahr, die man besorgen muß, daß das Geschütz leicht zerspringen möchte, wenn man sich des Pulvers ohne Schwefel bedienet, auf welcher Anmerkung ich also meine Leser verweise.

§. 75. Ich muß nunmehro auch diejenigen Fehler anzeigen, welche dieses Pulver an sich

schwindigkeit mit der das Kanon zurücke spielt, kleiner seyn, wenn sich die Ladung langsam entzündet, und selbst in dem Falle, wenn der Raum, welche die Kanons zurück gelaufen, gleich seyn müßten, wenn man nicht auf dem Wiederstand acht hat; und dieses ist beynahe der Fall, den wir, nemlich die gleiche Schußweiten voraus gesetzt haben.

hat, welche nicht wie diejenigen, davon ich eben gehandelt, von der Gewalt abhängen, mit der sich die flüssige Materie aus demselben entwickelt, sondern vielmehr von der Natur der ursprünglichen Bestandtheile, aus denen dasselbe zusammen gesetzet ist. Eine Menge von Erfahrungen, welche ich zu verschiedenen malen und bey Beobachtung verschiedener Methoden über diese Art Pulver angestellet habe, haben mich überzeugt, daß sich dasselbe weit schwerer entzündet, als das gewöhnliche. Der Herr Marquis von Birague dessen Scharfsinnigkeit und Liebe zu den Wissenschaften hinlänglich bekannt sind, ist zu verschiedenen malen bey den Versuchen mit gegenwärtig gewesen, welche ich darüber angestellt habe. Es ist zwar wahr, daß man einiger massen dieser Unbequemlichkeit abhelfen könnte, wenn man sich leichterer Kohlen bediente, inzwischen wird man auch leicht gewahr, daß man in diesem Falle eine grössere Quantität Kohlen nehmen müßte, um die gänzliche Auflösung des Salpeters zu bewerkstelligen, und durch diesen Umstand würde dieses Pulver

sehr vieles von seiner Kraft verlieren, welche doch den einzigen Vorzug ausmachet, welchen es vor dem gewöhnlichen hat. Man kann hieraus leicht die Folge herleiten, daß, wenn alle übrige Umstände einerley sind, die Kraft dieses Pulvers allezeit der Geschwindigkeit proportional ist, mit der sich der Salpeter auflöset, und folglich auch allen den Schwierigkeiten, welche mit der Entzündung desselben verbunden sind (r).

(r) Weil die Kohlen eigentlich aus einer Verbindung einer brennbaren Substanz mit der erdichten Theilen bestehen, so folgt daraus ganz natürlicher Weise, daß der Unterschied in der Güte der Kohlen durch die Verhältniß bestimmt wird, welche diese Substanzen gegen einander haben. Wenn nun dieses seine Richtigkeit hat, so muß daraus ein grosser Unterschied in Ansehung der Entzündung und der Würkung entstehen, welche dieselben auf dem Salpeter ausüben können. Hieraus folgt denn ferner offenbar, daß keine Art solcher Kohlen möglich ist, bey denen diese beyde Eigenschaften im höchsten Grade statt finden, oder ein Maximum sind, und dieses würden also diejeni-

§. 76. Es ist bekannt, wie nothwendig das Körnen bey dem Pulver überhaupt ist, wenn man davon Gebrauch im Felde machen will. Bey dieser Art Pulver aber hält es sehr schwer, und wenn man gleich verschiedene Methoden hat, dasselbe in kleinen zum körnen geschickt zu machen, so sind doch dieselben niemals ins grosse zu gebrauchen (s).

gen seyn, deren man sich mit dem größten Vortheil in den Schießgewehren bedienen könnte, und es würde nicht schwer seyn, diese Art Kohlen durch die Erfahrung zu bestimmen. Uebrigens ist es auch leicht durch Hülfe derselben wenigstens diejenige Art festzusetzen, deren man sich mit dem größten Vortheil zu dem verschiedenen Gebrauch bedienen kann, den man davon macht. Die Quantität Kohlen, welche erfordert wird, um eine gegebene Quantität Salpeter auf das geschwindeste und völlig aufzulösen, muß also nach dem Verhältniß ihrer Güte bestimmt werden.

(s) Casimir Siemienowitz in seinem Werke, welches er über das Artillerie Wesen geschrieben hat, erwehnt einer Methode, deren sich die Kosackschen Bauren bedienen, wenn sie Pulver machen wollen. Sie schütten die gehörige

§. 77. Endlich ziehet dieses Pulver, weit leichter die Feuchtigkeiten aus der Luft an, und dieses ist schon eine sehr grosse Unbequemlichkeit, weil es daher nicht gut in den Magazinen aufbehalten werden kann. Ausserdem aber schleimt dasselbe gewaltig und frißt nach und nach das

Theile von Salpeter, Kohlen und Schwefel in einen Topf, giessen Wasser darüber, und lassen alles so lange kochen, bis die ganze Masse dicke wird, und das Wasser währendem Kochen meistentheils evaporirt ist. Hierauf schütten sie den ganzen Satz oder Teig in einen härnern Sieb, und körnen das Pulver damit. Man muß gestehen, daß diese Art sehr bequem ist, weil man in kurzer Zeit Pulver machen, und die Mühlen und andere Dinge entbehren kann, die bey der gewöhnlichen Art das Pulver zu verfertigen unumgänglich erfordert werden. Es finden sich aber auch dabey viele Unbequemlichkeiten. Denn erstlich kann man nur auf einmal sehr wenig davon machen; zweytens wird das Pulver, welches man auf diese Art zubereitet, lange nicht so stark, und die Verfertigung desselben ist sehr gefährlich, und verlanget ausserdem, daß die Arbeiter alle mögliche Vorsicht gebrauchen, und ich glaube auch,

Geschütz an, weil durch die Auflösung desselben, ein Alkali fixum erzeugt wird, von dem bekannt ist, daß es eines der stärksten Corrosive ist, und welches, wenn es die Feuchtigkeiten der Luft an sich gezogen, die Metalle sehr leicht nnd geschwinde angreift und zerfrißt.

daß es mehrere Kosten erfordern würde. Ohne mich aber in dergleichen Untersuchungen weiter einzulassen, will ich einen Entwurf von den Mitteln geben, deren ich mich bedienet habe, die Unbequemlichkeiten bey dieser Methode zu heben, wobey ich die Verfertigung desselben ins Grosse bey Seite setze, weil die Sache in diesem Falle impraktikabel ist. Erstlich nahm ich statt dem Wasser einmal Weinessig, einander mal Urin, weil der Weinessig nicht so sehr den Salpeter auflöset als das Wasser, und vielmehr die Kohlen angreift, dergestalt, daß die ganze Vermischung weit genauer und einförmiger wird, weil sich die Substanzen nicht so leicht von einander absondern können; ferner enthält derselbe ein Phlogistikon, welches dasjenige, was schon in den Kohlen enthalten ist, noch gewisser massen stärker macht. Eben dieses findet auch bey dem Urin statt. Der Herr Ritter Robilarr, Major von der Artillerie, und Generalinspector

§. 78. Man würde mit dem Pulver ohne Schwefel also nothwendig eine solche Substanz verbinden müssen, welche sich während der Zeit der Auflösung mit dem Alkali verbände, und eine Substantiam neutram formirte. Dieses thut aber eben der Schwefel in dem gewöhnli-

der Bergwerke Sr. Sardinischen Majestät, dessen Verdienst und Einsichten, welche er in verschiedenen Wissenschaften hat, und der Fleiß mit dem er sie in Ausübung zu bringen sucht, hinlänglich bekannt sind, hat mir einige Gedanken mitgetheilet, welche derselbe über diese Materie entworfen, die nicht anders als lehrreich und nützlich seyn können. Er ist sehr geneigt zu glauben, daß man sich des Weinessigs mit gutem Erfolge bedienen könnte, um das Pulver, bey der Verfertigung desselben in den Pulvermühlen anzufeuchten. Was mich nun selbst anbelanget, so bin ich nicht allein in Ansehung des Weinessigs mit ihm einerley Meynung, sondern ich halte dazu alle flüßige Materien vortreflich, in denen sich eine phlogistische Materie befindet, und von denen sich die wäßrichten Theile leicht durch die Evaporation absondern, ein Prakticus der weiter nichts als eine blosse Routine hat, mag darwie-

chen Pulver, und ausserdem verhindert derselbe auch, daß dasselbe nicht so leicht die Feuchtigkeiten aus der Luft an sich zieht, dieses aber, wie ich schon gezeigt, ist einer von den größten Mängeln des Pulvers ohne Schwefel.

§. 79.

der einwenden was er will. 2) Ich würde mich nicht eines allzu starken Grades der Wärme bedienen, um die *Evaperation* zu befördern, weil dadurch die beyde *Bestandtheile* sich leicht hätten auflösen können, um aus dieser Ursach setzte ich den Topf einsmals in Balneo mariæ, welches das Reaumursche Thermometer 60 bis 70 Grad hoch trieb, und ein andermal setzte ich den kleinen Kessel auf blosses Feuer, und ein Thermometer auf den Grund desselben. 3) Ich rührte beständig ohne aufzuhören die Substanzen mit einer hölzernen Kelle um, und nachdem die Materie dicke genug zu seyn schien, nahm ich den Kessel vom Feuer, fuhr aber beständig so lange fort die Materien umzurühren, bis ich fand, daß die ganze Masse trocken genug und zum Körnen geschickt war. Hierauf schüttete ich die ganze Masse auf ein Brett und hernach in einen härnen Sieb. Die verschiedene Arten von

Pulver

§. 79. Ich will hier noch einmal alle die Gründe ganz kürzlich aus einander setzen, welche ich angeführt habe, warum man das heut zu Tage gewöhnliche Pulver demjenigen vorziehen muß, welches ich eben untersucht habe. Der Einsichtsvolle und unpartheische Leser mag darüber sein Urtheil fällen.

Pulver ohne Schwefel, welche ich nach dieser Methode verfertiget, waren wenigstens ebenso stark als dirjenigen, welche ich machte, indem ich die Materien auf einem Stein unter einander rieb, wie der Herr Perrinet d'Oval haben will, oder indem dieselben zehn Stunden in einen Mörsel unter einander stampfte. Der Vortheil dabey war überdem, daß es sich leichter körnen ließ, und ich fand in Ansehung dieser Eigenschaft keinen sonderlichen Unterschied zwischen demselben und dem gewöhnlichen Pulver. Weil aber sich alles dieses nur in kleinen thun läßt, und man dabey dasjenige überlegt, was ich schon angeführt, so schliesse ich daraus, daß diese Methode zum Gebrauch nicht tauglich ist.

§. 80. Erstlich macht der Schwefel in dem gewöhnlichen Pulver, wegen der Leichtigkeit, mit der sich derselbe entzündet, dasselbe zum Gebrauch in allen Arten von Schießgewehren weit geschickter, und wenn sich dasselbe auch nicht so geschwinde entwickelt, so ist dieses doch keinesweges ein Fehler, sondern vielmehr ein würklicher Vorzug, weil, wie ich schon gezeigt habe, eine allzu schnelle Entwickelung das Geschütz bald zu Grunde richtet, und die Schüsse ungewiß macht. Der Schwefel macht ausserdem, daß das Alkali fixum, das Metall, aus dem das Geschütz verfertiget ist, nicht so leicht angreifen kann, weil diese beyde Substanzen während der Entwickelung einen Tartarum vitriolatum machen. Das zähe Wesen des Schwefels verursacht überdem, daß sich das Pulver weit leichter körnen läßt, und verhindert, daß es die Feuchtigkeiten der Luft an sich zieht, und dieses giebt ihm den Vorzug über das Pulver ohne Schwefel, selbst

in den Minen, wo dieser Fehler an dem letztern Pulver als ein würklicher Vortheil angesehen werden konnte (t).

(t) In meiner zweyten Abhandlung §. 58. war ich der Meinung, daß das Pulver ohne Schwefel die Zündlöcher nicht so angreifen würde, wie man aber sieht, so befördert dasselbe vielmehr, das Ausschiessen derselben.

Anhang.

Nachdem bereits meine Abhandlungen gedruckt waren, kam mir ein Buch in die Hände, welches den Titel hat: Artillerie raisonnée. In demselben finden sich einige Sätze, welche demjenigen gerades weges wiedersprechen, was ich behauptet habe, die aber zu gleicher Zeit weder auf eine richtige Theorie, noch auf hinlängliche Erfahrungen gegründet zu seyn scheinen. Ich will nur diejenigen anführen, welche mir beym Durchlesen am meisten in die Augen gefallen sind.

1) Auf der 86ten Seite sind ohngefähr seine Gedanken folgende. „Wenn man das „Zündloch dergestalt bohret, daß das Feuer „genau die Mitte der Ladung zuerst angreift, „so entstehen daraus nur kleine Irregularitäten „in den Schußweiten.“ Ich will ihm gern zu geben, daß dieses sich so verhält, wenn die Ladung zum Geschütz eine gehörige Verhältniß hat; ich will aber nur beyläufig anmerken, daß, weil man dadurch die völlige Entzündung des Pulvers befördert und akzelerirt, man auch die Ladung stärker machen kann. Hernach muß aber die Erfahrung lediglich entscheiden, ob der Vortheil den man auf der einen Seite erhält, nicht durch verschiedene andre Unbequemlichkeiten wieder aufgehoben wird, und besonders durch diejenigen, welche ich §. 72. und 73. angezeigt habe.

2) In dem zweyten Satze, Seite 91. sagt er, daß man in den 16 und 24 pfündigen Kanons deswegen Kammern macht, „damit das „Pulver nicht so stark auf das Zündloch wür-

„ken kann.“ In der That aber ist dieses ungereimt. Denn da die Würkung auf das Zündloch blos der gleichen Vertheilung der flüssigen Materie zuzuschreiben ist, so ist der Druck auf alle Punkte gleich stark. Er hätte diesen Satz weit deutlicher ausgedrückt, wenn er wie in seinem zweyten Satze gesagt hätte, daß die grössere Dicke des Geschützes in dieser Gegend alsdenn die Würkungen des Pulvers etwas modificirte.

3) Der dritte Satz, Seite 105, welchen derselbe, wie es scheinet, aus der Erfahrung herleiten will, verdienet meines Erachtens würlich keine ernsthafte Wiederlegung. Ich will weiter nichts thun, als denselben hier ganz hersetzen, und meinen Lesern überlassen, mit demselben dasjenige zu vergleichen, was ich in dem ersten Kapitel der dritten Abhandlung gesagt habe. „Man hat gefunden, sagt „er, daß, wenn man das Geschütz, ohne „einen Vorschlag auf das Pulver zu setzen, „abfeuert, dasselbe gewöhnlicher Weise weiter

„treibt, als wenn der Vorschlag mit ganzer „Gewalt auf das Pulver angesetzet wird, „nemlich mit sechs bis acht Schlägen auf „das Pulver und sechse auf der Kugel.“ Hierbey nun muß ich erstlich anmerken, daß derselbe eine sehr geringe Quantität Pulver zu dem Geschütz genommen haben muß, dessen er sich bedienet, und in diesem Falle ist das was er saget, ganz natürlich. Es ist ein gewöhnliches Vorurtheil, und welches man noch nicht abgelegt hat, und eine ergiebige Quelle von vielen zweydeutigen und öfters ganz falschen Sätzen ist, daß man gemeiniglich von dem kleinen auf das grosse schließt. Wir haben davon ein Beyspiel in der falschen Theorie von dem Bomben werfen, welche viele von den jetztlebenden Schriftstellern nicht gerne verlassen wollen (u); ja einer von denselben hat

(u) Die Bequemlichkeit ist im Grunde wohl die Ursach, daß man sich noch mit der Parabel bey der Theorie von den Bombenwerfen her-

die Verwegenheit, daß er uns überreden will, dieselbe sey vollkommen richtig, und die Fehler, die dadurch in der Ausübung entstehen, von keiner Erheblichkeit. Ueberhaupt halte ich davor, und wiederhole es

umschlept, und in der That lassen sich die Eigenschaften dieser Linie so allerliebst aus einanderwickeln, die Tabellen, welche man durch Hülfe derselben berechnen kann, können so geschwinde verfertiget werden, und man kann alles was zum Bombenwerfen nöthig ist, so leicht durch dieselben bestimmen, daß es nichts weiter fehlt, als daß man, wie der Gesetzgeber der Juden, das Meer theilte, auch die Luft theilen könnte, um die Bombe glücklich hindurch zu führen. Von dem Artilleristen, welcher die Tabellen in Ausübung bringen soll, ist es nicht zu verlangen, daß er entscheiden soll, ob die Bahn der Bombe eine Parabel ist oder nicht; allein, wenn Gelehrte die da Meßkünstler seyn wollen, so wenig die Erfahrung zu rahte ziehen, daß sie derselben ganz wiedersprechende Sätze, zur Ausübung vorschlagen, so kann dieses eben

nochmals, daß in Sachen, welche die Artillerie betreffen, alle Versuche in kleinen nicht allein überflüssig, sondern auch schädlich sind, weil wir nicht alle Gesetze kennen, nach welchen alle die Ursachen würken, welche etwas zu dem Erfolge beytragen. Dahero reduciren sich auch alle Aufgaben, welche dahin einschlagen, im strengsten Verstande nur auf einige besondere Fälle.

4) Die Erfahrung zeiget uns, daß von zweyerley Arten Pulver, öfters bey kleinen La-

keine hohe Meynung von ihren Einsichten beybringen. Was ist übrigens aber daran gelegen, ob die Bombe sich in einer Parabel bewegt oder nicht; man kann ja durch die blosse Erfahrung so richtige Grundsätze bekommen, daß man alle Tabellen die auf irgend einer Theorie gegründet sind, entbehren kann, und eben diese zu entwickeln, sollte meines Erachtens das Hauptaugenmerk derjenigen seyn, welche es auf sich nehmen, die Artillerie zu verbessern, und dieselbe von den Vorurtheilen, zu reinigen, die sich hin und wieder eingeschlichen haben. Ueb.

dungen die eine vor der andern Vorzug hat, und daß sie diesen Vortheil keinesweges bey grössern Ladungen behalten, sondern daß ihre Kraft dadurch vermindert wird. Hierbey muß ich nun anmerken, daß diejenige Art, welche sich leichter bis auf einen gewissen Punkt entzündet, in kleinen Ladungen den Vorzug hat, und daß im Gegentheil diejenige, welche sich etwas langsamer entzündet, im grossen vortheilhafter ist. Sollte dieses nicht daher rühren, weil bey grossen Ladungen, die mehr oder weniger grössere Gewalt blos von der Intensität der Flamme herrühret, deren die Materie fähig ist, da im Gegentheil bey kleinen Ladungen es nicht nothwendig ist, daß dieselbe groß seyn darf, theils weil sich dieselben bald verzehren, theils auch weil sie zu dem Geschütz eine kleinere Verhältniß haben, und der Diameter der Zündlöcher in dem kleinern Geschütz allezeit eine grössere Verhältniß zu dem ganzen Geschütze selbst hat, als bey dem grossen.

5) Uebrigens kann ich nicht begreifen, was gedachter Verfasser, Seite 142. am Ende meynet, wenn er sagt. „Die kürzere Länge „der Seele eines Kanons verursacht auch, „daß die Kugel nicht so viel von ihrer Bewe„gung verlieret, und daß sie auf Seiten der „Luft, welche sich derselben bey der Mündung „wiedersetzet, einen geringern Wiederstand an„trift.“ Die Ursach von dem geringern Wiederstand von Seiten der Luft, scheinet nicht mit den Grundsätzen der Physik überein zu stimmen; denn die Luftsäule drückt und wiedersteht einem Zylinder gleich stark, es mag derselbe kurz oder lang seyn, denn derselbe ist allezeit mit dem übrigen Theil der Atmosphäre im Gleichgewicht.

Erratum.

Seite 142 §. 15. in der 4ten Zeile muß statt einem *Balneo olei* = = siedenden Oehle gelesen werden.

h.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Saluzzo di Menusiglio, Giuseppe Angelo,

Des Herrn Grafen von Saluce, Mitglieds der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Turin, Betrachtungen über die flüssige elastische Materie, welche aus dem Schießpulver erzeugt wird Aus den Schriften dieser Akademie übersetzt

Berlin 1769

Phys.sp. 583
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134689-4
VD18 10200592